

Tesis Doctoral



**MODELO DE ANÁLISIS DE LA INCERTIDUMBRE EMPRESARIAL PARA
PROYECTOS DE INVERSIÓN**

CASO DE APLICACIÓN EMPRESA METRO DE BOGOTÁ

Lady Caterine Suarez Arias

Doctorado en Administración de Empresas - DBA

Escuela de Negocios

Universidad de La Salle

Bogotá – Colombia

Mayo 2024

MODELO DE ANÁLISIS DE LA INCERTIDUMBRE EMPRESARIAL PARA
PROYECTOS DE INVERSIÓN

CASO DE APLICACIÓN EMPRESA METRO DE BOGOTÁ

Lady Caterine Suarez Arias

Tutor: Gonzalo Andrés Rodríguez Cañas, PhD

Tesis para optar por el título de:

Doctor en Administración de Empresas-DBA

Universidad de La Salle

Escuela de Negocios

Mayo 2024

Dedicatoria

A mi esposo Felipe Castañeda, a mis queridos hijos David Rojas y Gabriel Castañeda, y a mi amada madre y familia, les dedico esta tesis con profundo amor y gratitud. Su presencia constante y apoyo incondicional han sido la brújula que guió mis pasos en este arduo viaje académico. Felipe, tu amor y aliento han sido mi roca sólida en los momentos de duda y fatiga, y a mis hijos que han sido el motor principal de cada uno de mis logros. A mi madre y familia, les estoy eternamente agradecida por su inquebrantable apoyo y sacrificio, en todo este trayecto.

Este logro no solo representa mi esfuerzo individual, sino también el fruto del amor y el respaldo incondicional que he recibido de cada uno de ustedes. Su fe en mí y constante motivación han sido la fuerza que me ha impulsado a superar obstáculos y alcanzar metas más allá de mis sueños más ambiciosos. Con profunda humildad y gratitud, les dedico este trabajo como testimonio de nuestro vínculo indestructible y como expresión de mi más sincero agradecimiento por ser mi soporte y mi inspiración a lo largo de este viaje.

Agradecimientos

En primer lugar, deseo expresar mi profundo agradecimiento a la Universidad de La Salle de Bogotá, Colombia, por brindarme el espacio y los recursos necesarios para llevar a cabo esta investigación. Su compromiso con la excelencia académica y su apoyo constante han sido fundamentales en el desarrollo de este trabajo. La infraestructura y el ambiente de aprendizaje que ofrece esta institución han sido invaluable para mi formación como investigador(a), y por ello, les estoy sinceramente agradecido(a).

Asimismo, quiero extender mi gratitud al profesor Gonzalo Rodríguez por su invaluable tutoría y orientación a lo largo de este proceso. Su profundo conocimiento en el área de estudio y su dedicación como mentor ha sido crucial para el desarrollo y la calidad de esta tesis doctoral. Sus comentarios perspicaces y su disposición para brindar orientación han sido un verdadero catalizador en mi crecimiento académico y profesional.

Además, no puedo pasar por alto el agradecimiento al profesor Ricardo Sánchez, cuyo acompañamiento como docente de investigación ha sido de suma importancia en esta travesía académica. Su experiencia y perspectiva ha enriquecido significativamente mi enfoque metodológico y mi comprensión del proceso investigativo. Su guía experta ha sido fundamental para sortear los desafíos y alcanzar los objetivos planteados en este trabajo. Por último, agradezco al profesor Jorge Barbosa de la Universidad Federal de Minas Gerais en Brasil por su orientación y asesoría como experto en el desarrollo del modelo de ecuaciones estructurales. Su profundo conocimiento y experiencia en esta área ha sido de gran valor para la formulación y validación del modelo desarrollado en esta investigación. Su colaboración y dedicación ha contribuido significativamente al éxito de este trabajo.

Resumen

Este estudio introduce un modelo gráfico que representa la estructura de investigación sobre la incertidumbre empresarial. La incertidumbre empresarial se considera la categoría principal, desglosada en varias categorías analíticas: riesgos, presupuesto, recursos humanos y marco regulatorio. Este enfoque permite un análisis detallado de las dimensiones que configuran la incertidumbre empresarial.

Además, el proyecto de investigación evalúa el impacto de la incertidumbre empresarial en dos variables cruciales en la planificación estratégica de proyectos de inversión: el presupuesto ejecutado y el progreso en el cronograma.

El estudio hace uso de la herramienta de Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM, por sus siglas en inglés) y recopila datos históricos (2019-2022) de la Empresa Metro de Bogotá. Se construyen bases de datos para riesgos, presupuesto, recursos humanos y el marco regulatorio, seguidas de una minuciosa depuración de datos para asegurar su calidad y consistencia.

El SEM revela coeficientes estandarizados significativos, estimando los niveles de impacto entre variables y corroborando los resultados obtenidos para cada relación. El modelo elaborado como resultado de esta investigación proporciona una herramienta gerencial para analizar la incertidumbre empresarial y sugiere estrategias para gestionar eficazmente los factores críticos. Se concluye que el modelo es aplicable a proyectos de inversión, ofreciendo una comprensión específica del entorno y facilitando la toma de decisiones estratégicas para mitigar los impactos negativos de la incertidumbre empresarial.

Palabras claves:

Incertidumbre, riesgos, gestión del presupuesto, recursos humanos, marco regulatorio, modelo de ecuaciones estructurales.

Abstract

This study introduces a graphical model that represents the research structure on business uncertainty. Business uncertainty is considered the main category, which is broken down into

several analytical categories: risks, budget, human resources, and regulatory framework. This approach allows for a detailed analysis of the dimensions that shape business uncertainty.

Additionally, the research project evaluates the impact of business uncertainty on two crucial variables in strategic planning for investment projects: the executed budget and progress on the timeline.

The study employs Structural Equation Modeling (SEM) and collects historical data (2019-2022) from the Bogotá Metro Company. Databases are constructed for risks, budget, human resources, and the regulatory framework, followed by a thorough data cleansing process to ensure quality and consistency.

The SEM reveals significant standardized coefficients, estimating the levels of impact between variables and validating the results obtained for each relationship. The model developed as a result of this research provides a managerial tool for analyzing business uncertainty and suggests strategies for effectively managing critical factors. It is concluded that the model applies to investment projects, offering a specific understanding of the environment and facilitating strategic decision-making to mitigate the negative impacts of business uncertainty.

Keywords:

Uncertainty, Risks, Budget management, human resources, regulatory framework, structural equation model.

Tabla de contenido

1. Introducción	10
1.1 Objeto	13
1.2 Planteamiento del Problema	13
1.3 Objetivos	16
1.3.1 Objetivo General	16
1.3.2 Objetivos específicos	16
1.4 Justificación	16
2. Marco referencial	18
2.1 Estado del arte o revisión de literatura	18
2.2 Modelo teórico	52
2.3 Supuestos de investigación o hipótesis	56
3. Diseño metodológico	72
3.2 Procesos, instrumentos y fuentes de información	76
4. Resultados	82
5. Discusión	101
6. Conclusiones	108
7. Contribuciones y futuras líneas de investigación	110
8. Bibliografía	114
9. Anexo 1 Tabla de presupuesto comprometido.	127
10. Anexo 2 Tabla de presupuesto ejecutado.	128
11. Anexo 3 Tabla de riesgos.	129
12. Anexo 4 Tabla de Marco normativo.	130
13. Anexo 5 Tabla de Recurso Humano	131
14. Anexo 6 Tabla de cronograma del proyecto.	132

15. Anexo 7 Tabla Incertidumbre empresarial vs variables.....	133
16. Artículos	134
16.1 Artículo Científico 1	134
16.2 Artículo de Revisión 1	135
16.3 Artículo de Revisión 2	136

Tabla de figuras

Figura 1. Las fuentes de incertidumbre en proyectos	30
Figura 2. Fuentes de incertidumbre	31
Figura 3. Modelo de red bayesiana para las causas de ocurrencia de alarmas.	33
Figura 4. Modelo conceptual	35
Figura 5. Mapeo de factores locales vs fuerzas conductoras.....	40
Figura 6. Modelo de Monte Carlo para la incertidumbre	41
Figura 7. Modelo Delphi	42
Figura 8. Enfoque heurístico para explorar las incertidumbres en la planificación.	44
Figura 9. Modelo gráfico del proyecto de investigación	53
Figura 10. Modelo gráfico de variables de entradas y salidas.....	54
Figura 11. Diagrama de interrelación	55
Figura 12. Alineación estratégica EMB	60
Figura 13. Objetivos Institucionales EMB.	61
Figura 14. Organigrama EMB.....	67
Figura 15. Modelo de Operación EMB.	68
Figura 16. Stakeholders de la EMB.....	71
Figura 17. Modelo de Ecuaciones Estructurales	85
Figura 18. Bondad de ajuste	95
Figura 19. Criterios de referencia de bondad de ajuste	96

Tabla de tablas

Tabla 1. Esquema de clasificación de modelos para la planificación bajo incertidumbre ...	19
Tabla 2. Comparación de los modelos de decisión	37
Tabla 3. Riesgos de la EMB.	63
Tabla 4. Proyecto Diseño, construcción y puesta en operación de la PLMB - Tramo 1	64
Tabla 5. Desarrollo, identificación, planeación, estructuración y adjudicación de la fase 2 de la PLMB.	65
Tabla 6. Fortalecimiento de las actividades de gestión.	66
Tabla 7. Construcción de cultura Metro para Bogotá.....	66
Tabla 8. Personal de la EMB.....	68
Tabla 9. Presupuesto de la EMB.	70
Tabla 10. Presupuesto de la vigencia 2021.....	70

1. Introducción

El estudio de la incertidumbre es fundamental para comprender los desafíos y oportunidades que enfrentan las organizaciones en un mundo caracterizado por su dinamismo y globalización. En un contexto donde factores económicos, tecnológicos, políticos y sociales cambian rápidamente, las empresas se ven obligadas a adaptarse constantemente. Esta adaptabilidad requiere una evaluación profunda de los riesgos y una capacidad para tomar decisiones informadas en situaciones de incertidumbre.

La falta de certeza impacta no solo en la toma de decisiones estratégicas, sino también en la sostenibilidad y el rendimiento a largo plazo de las organizaciones. Explorar cómo gestionar y anticipar estos factores es clave para fortalecer la resiliencia organizacional y garantizar la competitividad en un mercado cada vez más complejo.

En este sentido, la incertidumbre empresarial, es un concepto que ha recibido atención creciente en la literatura académica, el cual se refiere a la dispersión en los valores atribuidos a un parámetro mensurable, influenciado por la información disponible (Ruiz, Perez, & López, 2010, p. 3). Aunque históricamente la incertidumbre no ha sido considerada una prioridad dentro de las organizaciones, su impacto en la planeación estratégica es, en realidad, significativo.

La incertidumbre involucra la presencia de múltiples posibilidades y probabilidades de eventos que pueden influir en el curso de las organizaciones. Estos eventos, al ser impredecibles y fuera del control directo, tienen el potencial de alterar los objetivos estratégicos establecidos, subrayando la necesidad de abordarlos de manera sistemática y proactiva en los procesos de toma de decisiones.

Por esta razón, autores como Kaplan y Mikes (2023) analizan cómo las organizaciones pueden abordar la incertidumbre mediante la implementación de sistemas de gestión de riesgos más flexibles. Proponen un enfoque adaptativo que ajusta los controles y las estrategias conforme evoluciona el entorno, permitiendo una respuesta más ágil a los cambios.

Un análisis similar sobre la relación entre la incertidumbre empresarial y los proyectos de inversión es planteado por Christensen (2024), quien argumenta que las empresas deben

fomentar la innovación para gestionar la incertidumbre. Según Christensen, la innovación disruptiva puede convertirse en una estrategia clave para mitigar los riesgos en proyectos de inversión. Este enfoque cobra especial relevancia en un contexto de creciente complejidad global, donde factores como la digitalización acelerada, los cambios en las cadenas de suministro y las fluctuaciones económicas globales añaden capas adicionales de incertidumbre, lo que exige una planeación estratégica más robusta.

En este sentido, el concepto de incertidumbre no actúa de forma aislada; su magnitud puede ser influenciada por variables como la gestión del riesgo, el presupuesto, el recurso humano y el marco normativo. Estas variables, siendo dinámicas, varían con el contexto actual, lo que a su vez impacta la incertidumbre organizacional y el cumplimiento de los objetivos establecidos.

De acuerdo con la revisión de literatura, existe una variedad de enfoques teóricos y prácticos desarrollados para comprender y gestionar la incertidumbre en contextos organizacionales. Entre estos enfoques, destacan los modelos que buscan establecer relaciones de causa y efecto para evaluar y mitigar los riesgos asociados. Estos modelos ofrecen herramientas valiosas para analizar cómo los eventos inciertos impactan en las decisiones estratégicas y operativas, proporcionando marcos conceptuales que guían a las organizaciones en la adopción de estrategias más efectivas frente a la incertidumbre, entre los que se destacan los siguientes:

El Modelo de Red Bayesiana para la evaluación de riesgos, analizado por Simohammed y Smail (2021), esta es una herramienta útil para gestionar la incertidumbre en situaciones de riesgo. Este modelo se centra en la identificación y análisis de las causas de las alarmas y eventos inciertos dentro de un sistema. Por otro lado, el Modelo Conceptual analizado por Chaib, Lababidi, Colak y Mumin (2020) explora cómo las decisiones en la planificación pueden afectar la incertidumbre empresarial. Este modelo proporciona una visión sobre los efectos de las decisiones estratégicas en la gestión de la incertidumbre.

En el ámbito de la planificación estratégica basada en escenarios, se destaca el Modelo de Mapeo de Factores Locales vs. Fuerzas Conductoras creado por Schwartz. Este modelo, empleado en la escuela intuitiva lógica para la construcción de escenarios, consta de ocho

pasos fundamentales que permiten identificar y evaluar factores locales en relación con las fuerzas conductoras.

Otro enfoque relevante es el Modelo de Monte Carlo, estudiado por Arbulú, Razumova, Maquieira y Sastre (2021), que se utiliza para analizar situaciones extremas de incertidumbre mediante simulaciones estocásticas. Este modelo es especialmente útil para evaluar el impacto de variables inciertas en escenarios extremos. Además, el Modelo Delphi se emplea para estimar escenarios deseables y escenarios probables, proporcionando una metodología estructurada para la previsión y planificación estratégica.

Finalmente, el Enfoque Heurístico para explorar las incertidumbres en la planificación, analizado por Navarro et al. (2019), ofrece una metodología basada en la experiencia y el juicio para manejar y entender las incertidumbres asociadas con la planificación.

A partir del análisis de los modelos estudiados en la literatura, se identificó la ausencia de un modelo multivariable que permita integrar todas las variables contempladas en este proyecto de investigación (riesgos, presupuesto, recurso humano y marco normativo) en relación con la incertidumbre organizacional. Además, no se encontró un enfoque que analice simultáneamente su impacto conjunto en la planeación estratégica de proyectos de inversión.

En este contexto, el objetivo principal de esta investigación es examinar y analizar cómo dichas variables influyen tanto en la incertidumbre organizacional como en la planeación estratégica. Para ello, se empleó el Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM), una técnica estadística multivariante que permite estimar y analizar las relaciones entre variables latentes, como la incertidumbre, y variables observadas, como la gestión del riesgo, el presupuesto, el recurso humano y el marco normativo. Esta metodología proporciona una herramienta robusta para evaluar el impacto de cada una de estas variables en la incertidumbre organizacional y, a su vez, determinar su efecto en la planeación estratégica, especialmente en términos de presupuesto ejecutado y el avance del cronograma de un proyecto de inversión.

Para aplicar este enfoque, la investigación se enfocará en un caso práctico: el desarrollo de la primera línea del metro de Bogotá, tramo 1, liderado por la Empresa Metro de Bogotá. Este proyecto, que forma parte de la construcción del sistema metro en la capital de

Colombia, representa un contexto ideal para analizar cómo la incertidumbre y sus variables asociadas influyen en la planeación estratégica de iniciativas de gran envergadura.

1.1 Objeto

El objeto de investigación de esta tesis doctoral se centra en abordar la compleja dinámica de la incertidumbre empresarial en el contexto específico de los proyectos de inversión, reconociendo la importancia crítica de la toma de decisiones en el ámbito empresarial, especialmente cuando se trata de inversiones significativas, este proyecto se propone analizar a fondo cómo la incertidumbre influye en el proceso de evaluación y gestión de este tipo de proyectos. Se explorarán las diversas fuentes de incertidumbre que enfrentan las empresas, con el objetivo de comprender mejor sus efectos y consecuencias en el rendimiento financiero y estratégico.

A través de un enfoque interdisciplinario que integra conocimientos de finanzas, gestión empresarial y análisis de riesgos, esta tesis se propone desarrollar un marco teórico y metodológico sólido para abordar la incertidumbre empresarial en proyectos de inversión. Se buscará identificar las mejores prácticas y herramientas disponibles para mitigar los riesgos asociados con la incertidumbre, así como proponer estrategias efectivas para mejorar la toma de decisiones y aumentar la probabilidad de éxito en la ejecución de proyectos de inversión en un entorno empresarial cada vez más incierto.

1.2 Planteamiento del Problema

Pregunta de investigación: ¿Cómo se relacionan los riesgos, el presupuesto, el recurso humano y el marco normativo de la Empresa Metro de Bogotá con la incertidumbre empresarial, y cómo esta influye en el cumplimiento de los objetivos establecidos en la planeación estratégica?

La incertidumbre empresarial ha emergido como un factor crítico que afecta significativamente la planificación estratégica y la consecución de los objetivos

organizacionales. En un entorno caracterizado por cambios rápidos y constantes, la capacidad de anticipar y adaptarse a desafíos imprevistos se ha convertido en una competencia esencial. Esta investigación aborda cómo los riesgos, el presupuesto, el recurso humano y el marco normativo de la Empresa Metro de Bogotá se relacionan con la incertidumbre empresarial y cómo esta, a su vez, impacta el cumplimiento de los objetivos estratégicos.

La incertidumbre empresarial se manifiesta en la falta de previsibilidad y estabilidad en factores como la economía global, la evolución del mercado y los avances tecnológicos. Este fenómeno afecta profundamente la planificación estratégica, ya que dificulta prever con precisión el impacto de decisiones a largo plazo. Factores como fluctuaciones financieras, cambios regulatorios, innovaciones tecnológicas disruptivas y eventos imprevistos, como pandemias o desastres naturales, generan un entorno volátil en el que las organizaciones deben adoptar estrategias flexibles y dinámicas para ajustar sus planes según las condiciones cambiantes.

A pesar de su importancia, la literatura evidencia una falta de análisis integral que explique cómo variables como los riesgos, el presupuesto, el recurso humano y el marco normativo interactúan colectivamente en la incertidumbre empresarial. Esta ausencia de un enfoque holístico puede limitar la capacidad de los proyectos de inversión para alcanzar sus objetivos estratégicos, especialmente si las variables se abordan de manera fragmentada. Sin una visión integral, las decisiones pueden carecer de efectividad y subestimar los riesgos, resultando en estrategias ineficaces.

La gestión del presupuesto es uno de los aspectos clave afectados por esta falta de integración. Sin comprender cómo los riesgos, las normativas y las necesidades del recurso humano afectan los costos, las decisiones financieras pueden derivar en desperdicio de recursos o falta de planificación para contingencias. Esto compromete la sostenibilidad económica en un entorno cambiante. Además, la gestión del talento humano desempeña un rol crítico. Si no se alinean las capacidades del personal con las necesidades organizacionales, la empresa podría no estar preparada para adaptarse a nuevas regulaciones o demandas del mercado, limitando su capacidad de respuesta ante imprevistos.

El marco normativo también impacta la gestión de la incertidumbre empresarial. La falta de un enfoque integral puede impedir que las empresas anticipen el efecto de los cambios regulatorios, exponiéndolas a riesgos legales, sanciones y daños reputacionales. Además, el cumplimiento normativo aislado de otras variables puede ser insuficiente para garantizar la estabilidad organizacional.

La revisión de la literatura identifica herramientas tradicionales, como la Planificación de Escenarios y el Análisis de Riesgos, que ayudan a gestionar aspectos específicos de la incertidumbre. Sin embargo, estas herramientas no integran todas las variables relevantes. Modelos como el Modelo de Red Bayesiana, el Modelo Conceptual y el Modelo de Monte Carlo ofrecen enfoques avanzados, pero enfrentan limitaciones al no abordar de manera integral los riesgos, el presupuesto, el recurso humano y el marco normativo en un mismo marco analítico.

Existe una brecha significativa en la literatura en cuanto a cómo las variables interrelacionadas afectan la incertidumbre empresarial y, en consecuencia, la planeación estratégica. Este vacío subraya la necesidad urgente de desarrollar un enfoque holístico que permita a las organizaciones gestionar eficazmente la incertidumbre, optimizar la toma de decisiones y alcanzar sus objetivos estratégicos en un entorno empresarial dinámico.

Hipótesis del proyecto

La gestión integrada de riesgos, presupuesto, recurso humano y marco normativo tiene una relación con la incertidumbre empresarial en la Empresa Metro de Bogotá, y esta relación con la incertidumbre genera un impacto en el cumplimiento de los objetivos empresariales contemplados en la planificación estratégica frente a las variables de presupuesto ejecutado y avance en el cronograma. (Este se amplía en el numeral 2.3 Supuestos de investigación o hipótesis).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Elaborar un modelo para analizar la incertidumbre empresarial, que permita explicar los efectos en la planeación estratégica de los proyectos de inversión con un caso aplicado del proyecto Empresa Metro de Bogotá del año 2021.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar las generalidades de la incertidumbre empresarial con el fin de identificar su repercusión en la planeación estratégica de los proyectos de inversión.
- Estimar el nivel de incidencia que tienen los riesgos de una organización en la incertidumbre empresarial.
- Estimar el nivel de incidencia que tiene el presupuesto de una organización en la incertidumbre empresarial.
- Estimar el nivel de incidencia que tiene el Recurso humano de una organización en la incertidumbre empresarial.
- Estimar el nivel de incidencia que tiene el marco normativo y lineamientos que hacen parte de una organización en la incertidumbre empresarial.

1.4 Justificación

En el entorno empresarial actual, caracterizado por su dinamismo y volatilidad, la incertidumbre se presenta como un desafío creciente que afecta de manera directa la capacidad de los proyectos de inversión para cumplir con sus objetivos estratégicos. La planeación de estos proyectos debe considerar no solo los riesgos inherentes a las operaciones, sino también una variedad de factores clave, como el presupuesto, el recurso humano y el marco normativo. Estos elementos, si bien se han estudiado de forma aislada en la literatura, no han sido suficientemente analizados en su interacción conjunta y en su relación directa con la incertidumbre, lo que limita la capacidad de las organizaciones para gestionar de manera efectiva sus planes a largo plazo.

La creciente complejidad de los entornos empresariales y los desafíos imprevistos que surgen, tales como cambios regulatorios repentinos, fluctuaciones económicas o avances tecnológicos disruptivos, hacen que las organizaciones necesiten enfoques más dinámicos y flexibles para adaptar sus estrategias.

La falta de modelos que integren de forma efectiva las variables del riesgo, presupuesto, recurso humano y marco normativo dentro de un análisis coherente y global de la incertidumbre empresarial, representa una brecha en la literatura que debe ser abordada. Este vacío es especialmente relevante cuando se trata de proyectos de inversión de gran envergadura, como el caso del Empresa Metro de Bogotá, donde el impacto de la incertidumbre puede comprometer no solo el cumplimiento de los objetivos estratégicos, sino también la eficiencia y sostenibilidad del proyecto.

El análisis multivariable propuesto en esta investigación tiene como objetivo llenar esta laguna, proporcionando una visión más integral de cómo los factores clave interactúan entre sí para influir en la incertidumbre empresarial.

Aunque existen enfoques que abordan aspectos específicos de la incertidumbre, ninguno integra todas las variables relevantes en un único marco analítico que permita evaluar cómo su interacción impacta de manera conjunta en la incertidumbre y en la toma de decisiones estratégicas.

Esta integración es esencial para una gestión más eficaz de la incertidumbre, ya que permite comprender cómo las variables interdependientes, como los riesgos, el presupuesto, los recursos humanos y el marco normativo, afectan no solo el proceso de planificación, sino también la capacidad de adaptación y la implementación efectiva de las estrategias empresariales.

Además, la gestión de la incertidumbre en la planeación estratégica se vuelve cada vez más crucial para garantizar la competitividad de las organizaciones en un mercado globalizado. Si bien la literatura ha avanzado en la identificación de modelos de análisis, pocos han logrado integrar un enfoque holístico que permita a las organizaciones no solo gestionar la incertidumbre, sino también optimizar la toma de decisiones, mejorar los procesos de evaluación y reforzar las prácticas de gestión estratégica. Esta investigación, al integrar

diversos modelos y enfoques teóricos, propone un camino hacia una gestión de la incertidumbre más robusta y dinámica.

El caso de estudio de la Empresa Metro de Bogotá ofrece una oportunidad para aplicar este modelo de manera práctica y evaluar cómo las variables de riesgo, presupuesto, recurso humano y marco normativo se entrelazan para generar incertidumbre en la planificación estratégica. Este enfoque permitirá proporcionar herramientas útiles y adaptables para otros proyectos de inversión de gran escala, lo cual tiene implicaciones directas para la mejora de la eficacia estratégica en diversos sectores.

En consecuencia, esta investigación se justifica por la necesidad de un modelo integrador y holístico que permita gestionar de manera más efectiva la incertidumbre empresarial. Al abordar simultáneamente las variables clave involucradas, el estudio contribuirá al desarrollo de metodologías avanzadas que permitan a las organizaciones optimizar sus estrategias, adaptarse con agilidad a los cambios y asegurar el cumplimiento de sus objetivos en entornos complejos y cambiantes.

2. Marco referencial

2.1 Estado del arte o revisión de literatura

En la actualidad, la gestión de la incertidumbre empresarial se ha convertido en un desafío crucial para las organizaciones que buscan mantener una ventaja competitiva y alcanzar sus objetivos estratégicos. La creciente complejidad del entorno empresarial, marcada por rápidas transformaciones tecnológicas, cambios en las regulaciones y fluctuaciones económicas globales, ha impulsado una intensa investigación sobre cómo las empresas pueden manejar eficazmente la incertidumbre. Este estado del arte revisa la literatura existente sobre el tema, centrándose en las principales teorías, modelos y metodologías desarrolladas para abordar la incertidumbre y su relación con las variables riesgos, presupuesto, recurso humano y marco normativo y a su vez la incidencia que tiene en la planificación estratégica. Desde enfoques tradicionales como el análisis de riesgos y la planificación de escenarios, hasta métodos avanzados como el Modelado de Ecuaciones

Estructurales (SEM) y el análisis de opciones reales, la revisión explora cómo estos enfoques han evolucionado y cómo se aplican a proyectos de inversión. El objetivo es proporcionar una visión integral de los avances recientes, ofreciendo una base sólida para el desarrollo de nuevos modelos y estrategias que permitan a los proyectos de inversión enfrentar los desafíos de la incertidumbre con mayor eficacia.

Planeación De La Incertidumbre

Para la gestión en las empresas y en los proyectos de inversión existen diferentes herramientas que son usadas para realizar procesos de planeación, y en los últimos años han sido de gran importancia la planeación por escenarios, ya que tienen en cuenta la incertidumbre, de acuerdo con Phadnis (2012).

El enfoque de planificación de escenarios se emplea principalmente en situaciones de toma de decisiones a largo plazo, caracterizadas por una considerable incertidumbre y que conllevan un impacto estratégico relevante y de larga duración. Este método aprovecha diversas y variadas representaciones del futuro para asistir a los planificadores (directivos) en la contemplación de diversos contextos con los que sus estrategias podrían confrontarse,

De acuerdo con Bradfield, Wright, Burt, Cairns, y Van der Heijden (2005), se establece que “la planeación de escenarios puede clasificarse en 3 escuelas dominantes: Escuela intuitiva lógica, escuela prospectiva y escuela de tendencias probabilísticas modificadas”.

Para efectos de gestión de la incertidumbre, existen diversos de modelos utilizados según el tipo de planificación, y se relacionan a continuación (Tabla 1):

Tabla 1. Esquema de clasificación de modelos para la planificación bajo incertidumbre

Tipo de planificación	Modelo
Planificación agregada	Modelos de inteligencia artificial.

Tipo de planificación	Modelo
	Modelos de simulación.
Planificación jerárquica	Modelos analíticos
Planificación de los requisitos de material.	Planificación de los requisitos de material.
	Modelos analíticos
	Modelos de inteligencia artificial.
Planificación de la capacidad	Modelos de simulación.
	Modelos analíticos
Planificación de recursos.	Modelos de simulación
	Modelos analíticos
	Modelos de inteligencia artificial
Gestión de inventario	Modelos de simulación
	Modelos analíticos
Planificación de la cadena de suministro	Modelos de inteligencia artificial
	Modelos conceptuales
	Modelos analíticos
	Modelos de inteligencia artificial

Fuente. Tomado de Mula, García y Lario, 2006

La planificación participativa de escenarios según Greiner, Puig, Huchery, Collier y Garnett, E. (2014), “se ha convertido en una herramienta importante para ayudar a los gobiernos, las

industrias y las comunidades a prepararse y planificar para el futuro, gestionar los riesgos y aprovechar las oportunidades.”. Así mismo, de acuerdo con el autor Gurkov:

Las situaciones de incertidumbre se incorporan a las técnicas de estrategia mediante diferentes formas de planificación de escenarios. Técnicamente, la planificación de escenarios se basa en dos principios clásicos para lidiar con la incertidumbre y las estrategias más comunes que están presentes en cada escenario se etiquetan como estrategias robustas. (Gurkov, 2010, p. 5).

El autor González (2020) indica que “La prevención de desastres exige planear aun sin conocer la fecha en que ocurrirá el fenómeno, ni su dimensión”. Es por esto por lo que se establece que aun cuando se desconocen los hechos futuros de incertidumbre a los que se puede enfrentar la organización, no le quita la responsabilidad a la planeación de prever para compensar los posibles daños.

Sin embargo, existen falencias ya que no se tienen en cuenta las lecciones aprendidas para las planeaciones futuras, un gran ejemplo es el COVID 19 ya que, a pesar de las consecuencias generadas, no se tuvo en cuenta para replantear un orden institucional que no le da la importancia requerida a la salud pública.

Para la planeación, existen siete principios:

- 1) Frente al futuro es inevitable escoger entre escenarios alternativos.
- 2) El individuo opta por la opción que, de acuerdo con su percepción, lo llevará a un estadio superior.
- 3) Esta jerarquización de alternativas es el motor de la acción humana.
- 4) El orden de prioridades necesariamente involucra la relación entre presente y futuro, y está marcado por la imaginación y no por la lógica racional.
- 5) El sujeto que decide es el único que puede definir las alternativas de su acción.
- 6) Cualquier decisión tiene consecuencias eternas en un proceso que es irreversible.
- 7) Los determinantes subjetivos de la acción humana son de muy diverso tipo, y pueden ser más o menos heterónomos. (González, 2020, p. 4)

Las organizaciones se ven obligadas a decidir donde tiene que jerarquizar todos los imaginarios o alternativas posibles, en este aspecto adquiere relevancia los juicios

valorativos. La planeación siempre se realiza en un tiempo intertemporal, por lo que nos es posible congelar el tiempo y por lo tanto los contextos son dinámicos. Es importante saber que las decisiones tienen consecuencias las cuales son muy difíciles de revertir.

En los aspectos relacionados con el clima, tal y como lo advierte el primer informe al Club de Roma, la irreversibilidad de los impactos que tiene la actividad humana en el planeta es uno de los factores más preocupantes de la sostenibilidad ambiental. (González, 2020, p. 7)

De acuerdo con González, J. (2020) existen dos modalidades de planeación, una que es probabilidad de clase y la otra probabilidad de caso.

La planeación que se aplica bajo la probabilidad de clase se fundamenta en argumentos o confirmaciones que tienen una alta probabilidad de certeza, como por ejemplo en Bogotá habrá un temblor o el río Magdalena se inundará, este se fundamenta en las condiciones que tiene el entorno donde de acuerdo con sus factores y características existe una alta probabilidad de ocurrencia. Por otro lado, la planeación que se basa en la probabilidad del caso supone de futuros previsible, como por ejemplo el crecimiento del PIB, el aumento del dólar, la tasa de interés, la TRM, entre otros; estos datos están más orientados a sustentos estadísticos de predicciones y comportamientos en el tiempo con el uso de datos históricos.

En términos de proyectos, Ruiz y Romero (2009), proponen la evaluación financiera de proyectos en escenarios de incertidumbre mediante la utilización de árboles binomiales, encontrando beneficios en torno a la explicación de los resultados a los directivos, así como algunas dificultades en su aplicación a proyectos complejos y de grandes dimensiones.

Muñoz y Muñoz (2010), proponen el desarrollo de un sistema de apoyo a la toma de decisiones que evalúa medidas de desempeño de la duración de un proyecto incorporando la incertidumbre de la duración de las actividades, allí se definió un algoritmo capaz de determinar rutas críticas y la esperanza de duración de un proyecto, determinando niveles de confianza y errores en determinados intervalos de confianza.

Vecchiato (2012) propone un estudio integrado para la toma de decisiones estratégicas basadas en incertidumbre para proyectos de inversión, allí determinan que el marco de

capacidades dinámicas muestra que los principales beneficios de las prácticas y técnicas que podrían usarse para hacer frente a las incertidumbres consisten en mejorar la capacidad de la organización para detectar cambios en el entorno, aprovechar estos cambios, y reconfigurar sus activos tangibles e intangibles para mantenerlos alineados efectivamente con su entorno externo, son elementos a tener en cuenta en un modelo que gestione la incertidumbre que se genera en un proyecto de inversión.

Las organizaciones siempre parten de su planeación estratégica y de acuerdo con los autores Koontz y Weihrich (2001) y Parra (2013), la estrategia consiste en la determinación de los objetivos básicos a largo plazo de una empresa y la adopción de los cursos de acción y la asignación de los recursos necesarios para su cumplimiento, por lo cual, cada organización establece una misión y una visión la cual está fundamentada en unos objetivos institucionales para lograr su cumplimiento, a su vez estos objetivos disponen de unos planes de acción para unas vigencias determinadas, los cuales buscan a través de unas acciones contribuir al alcance de los mismo; es importante mencionar que esta planeación requiere de múltiples insumos como lo son los recursos financieros, de personal, tecnológicos, entre otros que interactúan entre sí para alcanzar la certeza de lo que se quiere.

Drucker (1985), resaltó la relevancia de la flexibilidad en la planificación estratégica en un contexto de incertidumbre, defendiendo la idea de que las organizaciones deben adoptar una mentalidad de "planificación ante lo incierto" y estar listas para ajustar sus estrategias en respuesta a cambios imprevistos en el entorno empresarial. Por otro lado, Mintzberg (1994) argumentó que la incertidumbre en la planificación estratégica no puede ser eliminada por completo, y que las organizaciones deben ser flexibles y adaptables en su enfoque. Propuso el concepto de estrategia emergente, donde las estrategias evolucionan gradualmente en respuesta a la incertidumbre y al aprendizaje organizacional.

Weick (1995) desarrolló la teoría de la "organización como proceso de interpretación", resaltando que la incertidumbre es una característica intrínseca en la toma de decisiones estratégicas, él enfatizó la necesidad de que las organizaciones sean capaces de interpretar y dar significado a la información en un entorno incierto para tomar decisiones estratégicas eficaces. Por otro lado, Barney (1997) presentó la teoría de los recursos y capacidades, en la cual argumentó que las organizaciones que cuentan con recursos valiosos y únicos están

mejor preparadas para enfrentar la incertidumbre y lograr una ventaja competitiva sostenible. Barney resaltó que la habilidad de adaptarse y renovarse estratégicamente es esencial para enfrentar los desafíos de la incertidumbre.

Otros autores como lo son Stokes y Wilson (2010) han contribuido a la teoría de la planificación estratégica basada en escenarios, la cual se enfoca en abordar la incertidumbre mediante la identificación y evaluación de diversos escenarios futuros plausibles. Según su perspectiva, al considerar una variedad de posibles futuros, las organizaciones pueden estar mejor preparadas para enfrentar la incertidumbre y tomar decisiones estratégicas informadas, esta aproximación busca mejorar la adaptabilidad y resiliencia organizacional al contemplar múltiples contingencias que puedan surgir en el entorno empresarial, permitiendo a las empresas anticipar y responder de manera más efectiva a los cambios imprevistos.

Los autores Jauch y Kraft (1986) proponen un modelo para la administración estratégica de empresas bajo incertidumbre, allí indican que los estilos de toma de decisiones, así como los estilos de información, tienen interrelación con las decisiones estratégicas y la percepción de la incertidumbre generada en el entorno, a su vez, todas ellas se interconectan con las fortalezas y debilidades organizacionales e interactúan con los objetivos del entorno y con las decisiones colectivas de otros, en función del desempeño de las salidas de los procesos.

Frente a los componentes que deben integrar el modelo, Kirchner, Mitter, Schneider, Sommer, Falkner y Schmid (2021), indican que el contexto, así como las entradas de datos aunadas a aspectos técnicos contribuyen a la generación de una serie de salidas que soporten la toma de decisiones en la reducción de dicha incertidumbre. Adicionalmente a lo anterior cada uno de estos elementos aporta al sistema quien a su vez contribuye a generar lecciones que puedan ser extrapoladas o vinculadas a nuevos eventos, debido a lo anterior, la incertidumbre es la falta de confianza o de certeza sobre algo, especialmente en los momentos en que se genera una inquietud, lo cual es todo lo opuesto a la certeza.

Incertidumbre empresarial en Proyectos de Inversión

Frente a la revisión de literatura de este proyecto de investigación se identifican algunos planteamientos y análisis realizados frente a la incertidumbre empresarial con un impacto en

los proyectos de inversión, autores como Kahneman y Sibony (2021) exploran cómo los sesgos cognitivos afectan la toma de decisiones en contextos inciertos y de esta manera ofrecen estrategias para mitigar estos sesgos en el análisis de proyectos de inversión.

Los autores Collins y Lazier (2023) analiza cómo las empresas pueden mantener un rendimiento excepcional en tiempos de incertidumbre y de aquí propone el concepto de "Empresas que perduran" como referencia para tomar decisiones estratégicas en proyectos de inversión.

Lo (2017), por su lado ofrece un marco cuantitativo para manejar la incertidumbre en los mercados financieros y la inversión, este enfoque integra teorías del comportamiento y modelos financieros avanzados para proporcionar una perspectiva más flexible y dinámica en la gestión de riesgos e incertidumbres.

Lo (2017) propone que los mercados financieros no son estáticos, sino que evolucionan continuamente. El concepto central es que los inversores y las instituciones financieras se adaptan a cambios en el entorno del mercado de manera similar a cómo las especies biológicas evolucionan para sobrevivir en sus ecosistemas. Esta adaptación es crucial para entender cómo se comportan los mercados y cómo gestionar el riesgo en diferentes condiciones de mercado.

La teoría del mercado adaptativo de Lo (2017) se basa en la idea de que los mercados financieros son sistemas complejos en los que los participantes se adaptan a cambios y eventos inesperados. En lugar de suponer que los mercados son eficientes en el sentido clásico (como en la Hipótesis del Mercado Eficiente), Lo argumenta que los mercados son adaptativos y, por lo tanto, pueden experimentar periodos de ineficiencia y cambios abruptos en las condiciones.

Utiliza modelos financieros complejos para capturar la dinámica del mercado, estos modelos permiten simular diferentes escenarios y evaluar cómo las adaptaciones en el comportamiento de los inversores pueden afectar el rendimiento del mercado. Lo combina técnicas de matemáticas financieras, econometría y simulaciones computacionales para

proporcionar una imagen más completa y precisa de cómo los mercados reaccionan a diversas variables.

Así mismo, Harvard Business Review (2023) publicó el documento *Managing Uncertainty in Business: Insights and Case Studies*, el cual contempla los siguientes artículos que exploran la incertidumbre empresarial en proyectos de inversión, como por ejemplo:

Navigating Uncertainty: Strategic Responses for Investment Decisions, este analiza cómo las empresas pueden desarrollar estrategias para tomar decisiones de inversión en entornos inciertos. Examina métodos para evaluar riesgos y oportunidades emergentes y cómo ajustar las estrategias de inversión de manera flexible. En relación a la investigación que se menciona anteriormente, se explora cómo las empresas pueden desarrollar estrategias efectivas para tomar decisiones de inversión en entornos inciertos. Se centra en la necesidad de una evaluación continua de riesgos y oportunidades emergentes, y en la importancia de ajustar las estrategias de inversión de manera flexible y se concluye que las empresas que implementan estrategias flexibles y basadas en datos son más capaces de manejar la incertidumbre y aprovechar nuevas oportunidades, la capacidad para ajustar rápidamente las estrategias permite a las empresas mejorar la toma de decisiones y optimizar la asignación de recursos en proyectos de inversión.

Otro artículo publicado en el marco Harvard Business Review (2023) es *Dynamic Risk Management: Adapting to Uncertain Markets*, se centra en cómo implementar un enfoque dinámico para la gestión de riesgos en proyectos de inversión. Ofrece marcos analíticos y estudios de caso que ilustran cómo adaptar las estrategias a medida que cambian las condiciones del mercado. Dentro de los resultados obtenidos las empresas que aplican enfoques dinámicos son más eficaces en la identificación y mitigación de riesgos y la capacidad para ajustar las estrategias en tiempo real mejora la resiliencia y la respuesta ante condiciones de mercado cambiantes.

Otro artículo que también hace parte de esta publicación es *The Role of Scenario Planning in Managing Investment Uncertainty*, el cual explora la técnica de planificación de escenarios como una herramienta clave para gestionar la incertidumbre en proyectos de inversión. Proporciona ejemplos prácticos y estudios de caso sobre cómo esta técnica ayuda a prever

diferentes futuros posibles y plantea que la planificación de escenarios ayuda a las empresas a estar preparadas para una variedad de futuros posibles, mejorando su capacidad de respuesta.

Un cuarto artículo que también se publicó en el marco de Harvard Business Review (2023) es *Real Options Analysis: A Framework for Investment Decisions Under Uncertainty*, el cual proporciona un análisis detallado del enfoque de opciones reales como metodología para evaluar proyectos de inversión en condiciones de incertidumbre. Examina cómo esta metodología ayuda a valorar la flexibilidad y las opciones futuras en la toma de decisiones y plantea que la aplicación de opciones reales ayuda a valorar la flexibilidad en la toma de decisiones y a gestionar mejor la incertidumbre, a su vez las empresas pueden realizar evaluaciones más precisas de los proyectos de inversión y adaptar sus estrategias en respuesta a la incertidumbre.

Y como un artículo final que hizo parte de Harvard Business Review (2023) es *Lessons from the Pandemic: Adapting Investment Strategies in Times of Crisis*, el cual examina cómo la pandemia de COVID-19 ha impactado la gestión de inversiones y las lecciones aprendidas para manejar la incertidumbre futura. Incluye estudios de caso sobre cómo las empresas adaptaron sus estrategias de inversión durante la crisis. Como resultado obtenido de esta investigación las empresas que pudieron adaptarse rápidamente durante la pandemia encontraron formas efectivas de manejar la incertidumbre y continuar operando y las lecciones aprendidas durante la pandemia destacan la importancia de la flexibilidad y la resiliencia en las estrategias de inversión.

Teniendo en cuenta otras revisiones de literatura realizada, se encontró el planteamiento de Martin (2022), donde ofrece una perspectiva crítica sobre cómo las empresas pueden manejar la incertidumbre y tomar decisiones estratégicas en un entorno económico complejo. El autor cuestiona la prevalente obsesión con la eficiencia económica y propone un enfoque alternativo para abordar la incertidumbre en los proyectos de inversión. Martin argumenta que la obsesión con la eficiencia económica, que prioriza la maximización de beneficios a corto plazo, puede ser contraproducente, en lugar de simplemente buscar recortes de costos y aumentos de márgenes, las empresas deben considerar un espectro más amplio de factores que afectan la sostenibilidad y el valor a largo plazo. En los resultados obtenidos de la

investigación mencionada, Martin (2022) plante que las empresas que adoptan un enfoque crítico y adaptable en lugar de una obsesión con la eficiencia pueden mejorar su capacidad para gestionar la incertidumbre. Este enfoque permite una mejor preparación para eventos imprevistos y una mayor capacidad para ajustar las estrategias a medida que cambian las condiciones del mercado. La capacidad de adaptación y la flexibilidad en la toma de decisiones son esenciales para enfrentar la volatilidad y la complejidad en los proyectos de inversión.

El autor Peper (2024), ofrece un análisis sobre cómo la innovación disruptiva y la adaptabilidad se han convertido en factores esenciales para manejar la incertidumbre en la economía digital. Peper sostiene que en un entorno económico en constante cambio, las empresas y los individuos deben desarrollar una mentalidad y habilidades que les permitan no solo sobrevivir sino prosperar en un mundo caracterizado por la incertidumbre y la disrupción tecnológica.

En cuanto al manejo de la incertidumbre en proyectos, Zheng y De Carvalho (2016) propusieron que son varias las herramientas utilizadas para darle tratamiento, entre ellas se encuentran la aplicación de técnicas y herramientas, la toma de decisiones oportunas, la identificación de factores de riesgo, el análisis cuantitativo del riesgo, la percepción y tolerancia al riesgo y los análisis de los efectos de la incertidumbre entre otros, son comúnmente usados en esta área de conocimiento.

Incetidumbre empresarial y su relación con la Planeación Estratégica

Las organizaciones tienen escenarios de incertidumbre que afectan su planeación estratégica y que a su vez está inmersa la toma de decisiones para reducir al máximo las consecuencias que se generan, tomando como referencia los autores Wright y Goodwin (1999), Wright y Goodwin (2009), Stewart (2005), Montibeller (2011) y Schroeder y Lambert (2011), se resalta cómo el uso de escenarios para articular una familia de análisis de decisiones relacionados puede ayudar a abordar algunas incertidumbres graves que pueden surgir al tratar con problemas estratégicos y / o horizontes de tiempo largos.

Las organizaciones usualmente parten de su planeación estratégica y de acuerdo con Koontz y Weihrich (1991), “la estrategia consiste en la determinación de los objetivos básicos a largo plazo de una empresa y la adopción de los cursos de acción y la asignación de los recursos necesarios para su cumplimiento” (Parra, 2013), de la misma manera, “una planeación estratégica formal es un proceso en donde se determinan la misión, los objetivos principales, las estrategias y las políticas que gobiernan la adquisición y la asignación de recursos para alcanzar las metas de la organización” (Pearce, Freeman y Robinson, 1987), por otro lado, los autores Achim, Elmar, y Marc, (2011) y, Glaister y Falshaw (1999), establecen que si bien la disponibilidad de información ha mejorado constantemente debido a las modernas tecnologías de comunicación, la incertidumbre y la volatilidad de los desarrollos futuros ha aumentado.

Los autores Walker, Harremoes, Rotmans, Van der Sluijs, Van Asselt, Janssen y Von Krauss (2003) describieron las bases conceptuales para el desarrollo de un modelo para la gestión de la incertidumbre, en dicha propuesta generan una matriz que contiene aspectos relacionados con el contexto refiriéndose a representaciones políticas, tecnológicas, económicas y sociales, así como entradas asociadas a las principales fuerzas y a datos del sistema. Por otro lado, indican que elementos tales como la incertidumbre estadística, la incertidumbre en los escenarios y la incertidumbre epistémica, alimentan la matriz precitada con miras a identificar, estimar, evaluar y priorizar contribuciones a la disminución de la incertidumbre de manera sistémica.

Aunado a lo anterior, Sommer, Loch y Dong (2009), plantean que hay una relación entre la imprevisibilidad o la incertidumbre y la complejidad de las organizaciones, en particular indican que hay una alta incertidumbre y complejidad en empresas que no tienen claros los mercados en los que han de incursionar, al igual que el potencial de éxito debe plantearse en función del reto propuesto por la organización. La incertidumbre y complejidad del desarrollo de las operaciones depende en buena medida de la planeación, identificación y gestión de los riesgos a los que se enfrenta una empresa.

Otros autores han afirmado lo siguiente:

La planeación de escenarios surge como una herramienta fundamental para mejorar y enriquecer el proceso de planeación estratégica de las compañías, pues de un análisis de factores internos y externos permite identificar posibles escenarios futuros. En la medida en que una compañía conoce dicha información sobre el futuro, puede de forma anticipada plantear las acciones pertinentes sobre la forma en la que debe utilizar sus recursos técnicos, humanos y financieros a futuro para lograr ser exitosa en cada uno de estos escenarios. (Mejía, Agudelo y Soto, 2016, p. 2)

Así pues, de acuerdo con Hazir y Uluzoy (2020), la afectación de logros de la planeación estratégica de las organizaciones y proyectos son generadas por causa de algunos factores internos o externos, a continuación en la Figura 1, se muestra una estructura de estos factores:

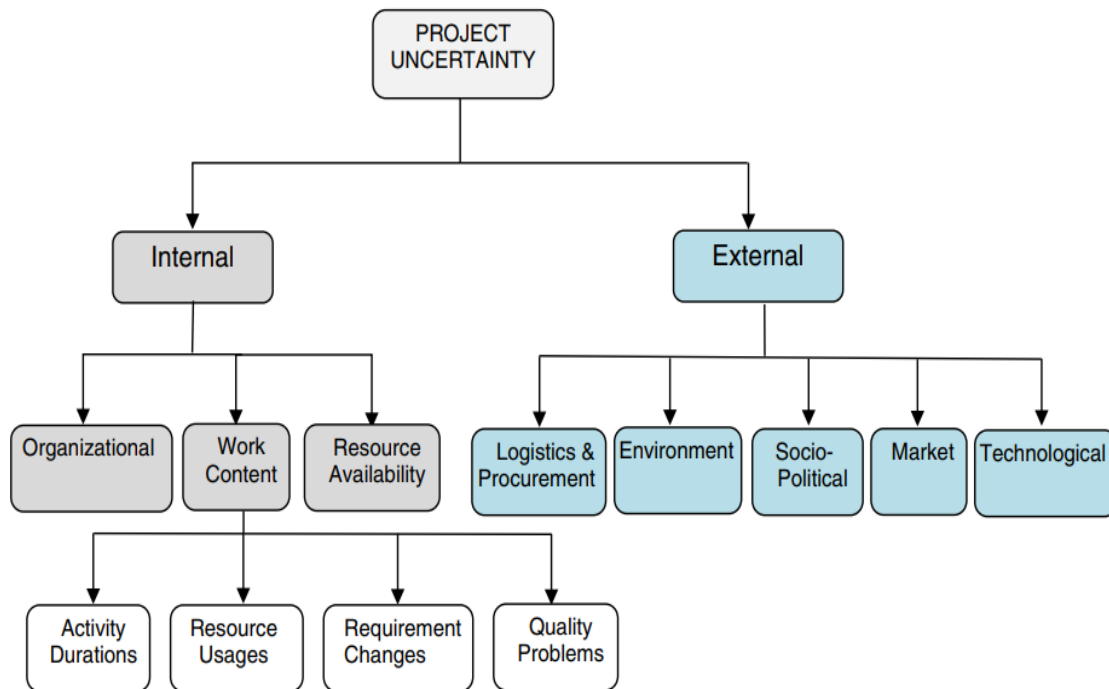


Figura 1. Las fuentes de incertidumbre en proyectos

Fuente: Tomado de (Hazir y Uluzoy, 2020, p. 3)

De acuerdo con el autor Grobe (2019), se tienen las siguientes fuentes de incertidumbre (Figura 2) en los procesos complejos de planificación:

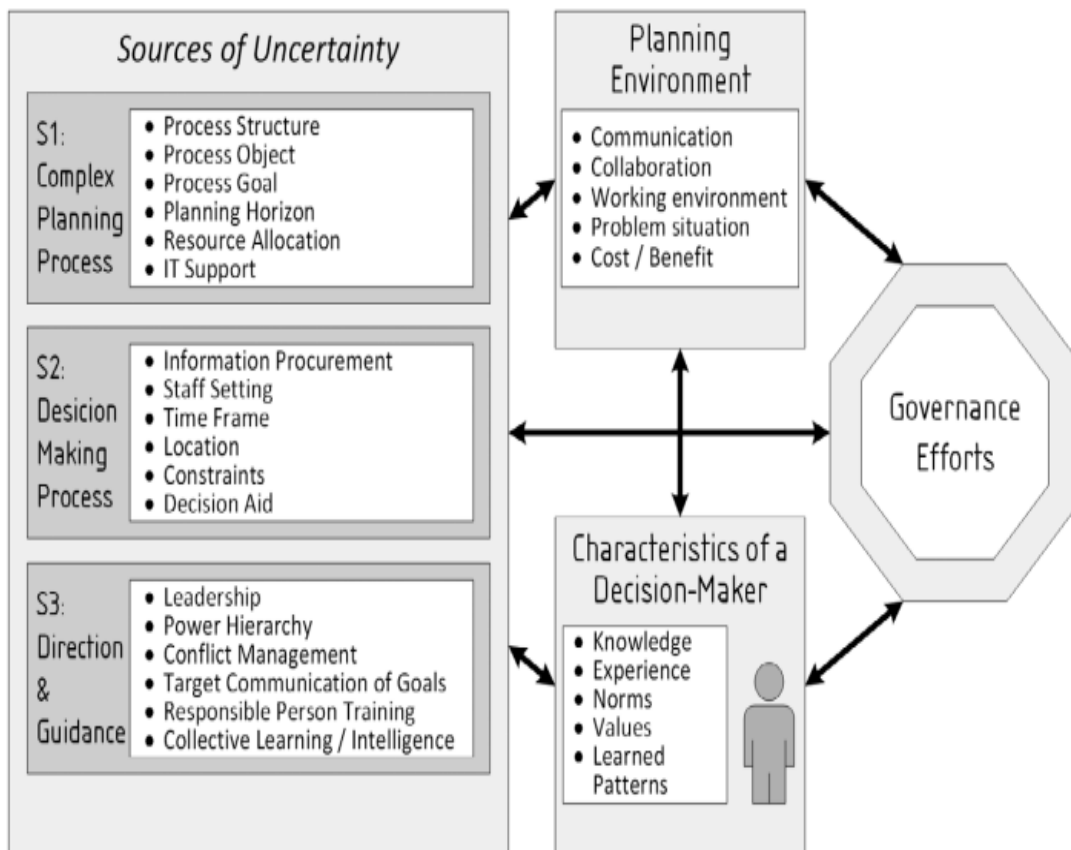


Figura 2. Fuentes de incertidumbre

Fuente. Tomado de Grobe (2019, p. 767).

Teniendo en cuenta las fuentes de incertidumbre identificadas, a continuación, la revisión de literatura muestra una variedad de modelos que han evolucionado para ofrecer herramientas más sofisticadas para el análisis de la incertidumbre. Modelos clásicos como la Planificación de Escenarios y el Análisis de Riesgos han sido ampliamente utilizados para anticipar y mitigar el impacto de variables específicas, mientras que metodologías más avanzadas, como el Modelado de Ecuaciones Estructurales (SEM) y el análisis de opciones reales, permiten una integración más detallada de múltiples fuentes de incertidumbre.

Estos enfoques han sido fundamentales para entender cómo los riesgos internos y externos, los ajustes presupuestarios, y las restricciones regulatorias interactúan y afectan la capacidad de las organizaciones para alcanzar sus objetivos estratégicos. A medida que la investigación avanza, se destacan nuevas herramientas y técnicas que amplían el conocimiento sobre cómo

gestionar estas variables interdependientes, ofreciendo una perspectiva más holística y precisa para la toma de decisiones en contextos inciertos.

Modelos aplicados en otras investigaciones

De acuerdo a la revisión de literatura realizada, se identificaron los siguientes modelos desarrollados en otras investigaciones que muestran como la incertidumbre empresaria puede relacionarse con alguna de las variables contempladas en este proyecto (riesgos, presupuesto, recurso humano y marco normativo)

Factores Internos De La Incertidumbre

Factores de Recurso de Capital Humano

El trabajador y las operaciones son un factor de riesgo e incertidumbre importante dentro de una organización, ya que los factores críticos en la prevención de accidentes industriales incluyen la capacidad de los trabajadores para mantener la conciencia del entorno laboral, comprender la información que contiene y predecir cómo se desarrollarán las situaciones. (Simohammed y Smail, 2021, p. 2)

En ocasiones los operadores no son la causa de los accidentes, pero se enfrentan a las dificultades que tienen con la tecnología, esto es un problema relacionado con la conciencia de comprender lo que se está realizando.

Los autores Simohammed y Smail (2021), realizaron un estudio en una instalación de gas donde se identifica que durante operaciones normales hay una alarma cada 2 minutos, y de las cuales el 6% se encuentran relacionados con temas operativos, es por esta razón que el personal se encuentra obligado a la toma de decisiones constantes en medio de entornos dinámicos, con algunos vacíos en la información.

Aven y Zio (2011) habían argumentado que existe la necesidad de considerar las incertidumbres en la toma de decisiones sobre la base de los desafíos que implica el tratamiento de las incertidumbres en la evaluación de riesgos.

Para el caso de la instalación de gas un modelo utilizando las redes OODA Loop, el cual es un proceso de cuatro momentos (Observar, Orientar, Decidir y Actuar) que fue desarrollado por el coronel John Boyd en 1960; esta es una herramienta útil para la toma de decisiones de manera consiente.

Por otro lado, también se hizo uso de las redes Bayesianas (BN), el cual es un modelo gráfico probabilístico que describe redes de causas y efectos y se utiliza para proporcionar una cuantificación rigurosa de los factores de riesgo y una comunicación clara de los resultados (Figura 3). Esta herramienta es utilizada para la evaluación de los riesgos, en el marco de escenarios de incertidumbre y que contribuye a la toma de decisiones a raíz de datos cuantificables.

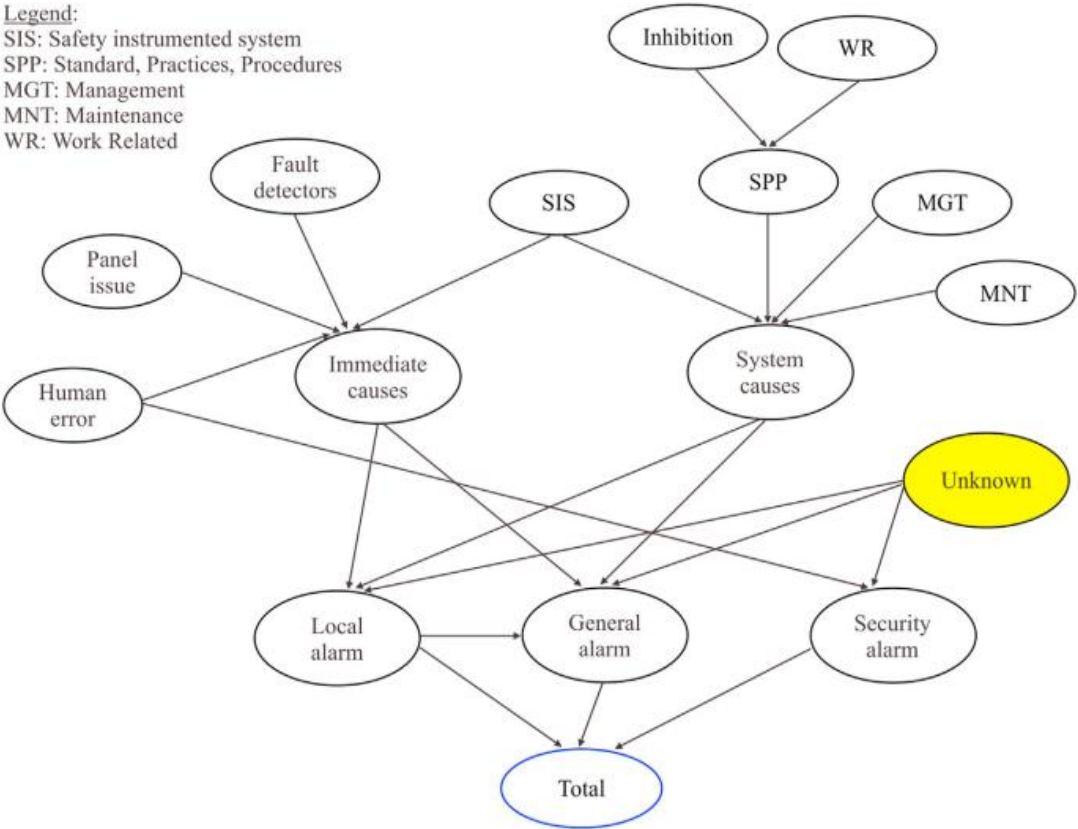


Figura 3. Modelo de red bayesiana para las causas de ocurrencia de alarmas.

Fuente. Tomado de Simohammed y Smail (2021, p. 346).

Con el uso de este tipo de herramientas se puede contribuir a la clasificación del sistema de alarmas, gestión de riesgos e incertidumbre, basado en situaciones reales.

Unos años atrás, Silaen y Williams (2009), proponen un modelo de control de gestión para las unidades de I+D que permita disminuir la incertidumbre en dichas unidades; allí determinan que deben establecerse fines deseados, tener un comportamiento a través de la cultura, determinar la motivación, los espacios de decisión, las fuentes de poder, los tipos de control, la implementación, así mismo, proponen herramientas de control en dimensiones tales como la, burocrática, científica y financiera, lo anterior con miras a disminuir la incertidumbre en los proyectos que se desarrollan.

Factores de desempeño

La planificación de las organizaciones se ha visto afectada por temas como el desempeño organizacional, y muchas investigaciones indican que existen deficiencias metodológicas. En este orden de ideas Chaib, Lababidi, Colak y Mumin (2020) analizan esta situación desde una teoría de contingencias, con esta perspectiva, argumentan que no es la planificación estratégica en sí misma la que impacta el desempeño organizacional, sino el ajuste individual y simultáneo del proceso de planificación con las variables contextuales de la estructura organizacional y la incertidumbre ambiental.

Estos autores generaron un modelo de seis hipótesis (Figura 4) las cuales se muestran en la siguiente figura:

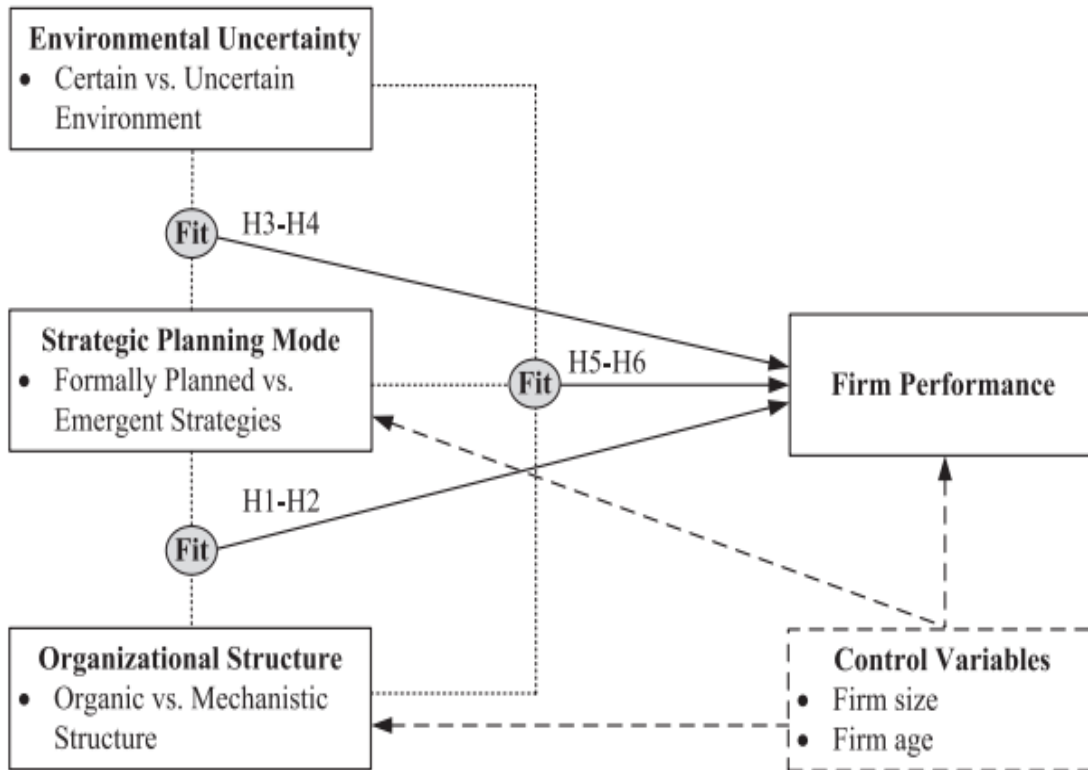


Figura 4. Modelo conceptual

Fuente. Tomado de Chaib, Lababidi, Colak y Mumin, (2020, p. 242)

De igual manera, se establecen que los planes se pueden formular de diferentes modos donde uno es planificado y el otro emergente. El planificado hace referencia a un proceso consciente y analítico donde se tienen en cuenta variables del contexto tanto interno como externo; y el modo emergente surge a partir de efectos acumulativos a partir de las decisiones gerenciales, sobre temas que no se predijeron antes, de hecho, autores como Koh, Gunasekaran y Saad (2005), propusieron un modelo para la gestión de la incertidumbre en el cual identificaron que para empresas manufactureras, la variedad de productos, la complejidad de los mismos, el número de piezas utilizadas, la proporción de compra frente a fabricación de partes, el uso de la planificación de la capacidad aproximada y el uso de almacenamiento en búfer o amortiguación, influyen en los efectos de las causas subyacentes de la incertidumbre en entrega tardía del producto.

El propósito de la planificación estratégica es alinear los recursos y capacidades de una organización con los desafíos ambientales que enfrenta (Ansoff, 2007). Por lo tanto, se espera que las organizaciones que pueden lograr la alineación entre el proceso de planificación y los factores ambientales logren un desempeño superior. Sin embargo, para que ocurra tal alineación, las organizaciones deben tener la capacidad de analizar las tendencias ambientales con precisión y prever los cambios ambientales (Glaister y Falshaw, 1999). Es más probable que las organizaciones predigan mejor el futuro en ciertos entornos donde las condiciones futuras son más cómodas de anticipar (Glaister y Falshaw, 1999). Por lo tanto, el modo deliberado de planificación estratégica, que aumenta la capacidad de la organización para evaluar su entorno de manera formal, sistemática y racional. (Chaib, Lababidi, Colak y Mumin, 2020)

Los resultados respaldaron las h1 y h2 donde establece que las estrategias planificadas formalmente se relacionan más positivamente con desempeño de las empresas con estructuras mecanicistas en lugar de orgánicas.

Factores Externos De La Incertidumbre

Factores Medioambientales

Este factor, es un elemento fundamental en la incertidumbre, toda vez que las organizaciones se enfrentan a escenarios del medio ambiente que son difíciles de controlar, como los son desastres naturales, pandemias, entre otros, un ejemplo claro de esto es la crisis global a la que se enfrentan las empresas debido al Coronavirus que generó unos impactos significativos en la economía de los países.

En términos de tratamiento de incertidumbre dentro de las organizaciones, Qin (2022), indica que los edificios están expuestos a los riesgos derivados de peligros medioambientales, estos pueden ser terremotos, vendavales e inundaciones. Es por esta razón que este sector se enfrenta a una toma de decisiones en el marco de unos escenarios de incertidumbre.

A raíz de esto, el autor propone algunos modelos de decisión como el que se describe a continuación:

Medida del riesgo.

Esta es un elemento que permite de cierta manera mapear la variable aleatoria de interés, lo que permite cuantificar este elemento y de esta manera contribuye a la toma de decisiones, una de las medidas más usadas en términos financieros es el VaR, el cual mide la máxima pérdida probable a la cual está expuesto un activo que esté afectado por la volatilidad del mercado, en ese sentido, el rango-valor-en-riesgo (RVaR) ofrece un compromiso entre el VaR (Value at risk) y el CVaR, que es menos sensible a los valores atípicos extremos que el CVaR, mientras que puede capturar mejor el comportamiento crítico de la cola en comparación con el VaR (Qin, 2022, p. 4).

Finalmente, el autor presenta una comparación de estos modelos con sus ventajas y desventajas para la toma de decisiones, el resumen se presenta a continuación (Tabla 2):

Tabla 2. Comparación de los modelos de decisión

Modelo de decisión	Descripción	Fuerza	Debilidad
Medida de riesgo	VaR : Valor de cuantil de la variable de decisión (p. ej. Costo del ciclo de vida)	Fácil de usar	Es posible que no capture bien los riesgos extremos de cola
	CVaR: Promedio de cuantiles más allá de cierto nivel de probabilidad	Captura mejor los riesgos extremos de cola	Puede ser demasiado sensible a los delineadores en la cola de la distribución de la probabilidad
	RVaR: Promedio de cuantiles entre dos niveles de probabilidad	Ofrece características combinadas de VaR y CVaR	Se necesita más esfuerzo para determinar los dos niveles de probabilidad
Utah	Toma de decisiones en función de la máxima utilidad esperada	Factorizar explícitamente las preferencias de riesgo en la función de utilidad que mide la deseabilidad de las consecuencias	La elicitación de una función de utilidad ampliamente aceptada a menudo no es una tarea fácil
Dado: a del sur	Clasifique dos alternativas de decisión con base en una información de distribución sin conocer las actitudes de	No es necesario especificar subjetivamente las funciones de utilidad	A menudo fallan en clasificar las alternativas de decisión debido a sus reglas rigurosas que frecuentemente son

Modelo de decisión	Descripción	Fuerza	Debilidad
	riesgo, conforme al principio de máxima utilidad esperada		violadas por algunas preferencias patológicas
TEA	Seleccionar alternativas de decisión aceptadas por la mayoría de los tomadores de decisiones, extensión de SD	No es necesario especificar subjetivamente las funciones de utilidad, una relajación de las estrictas condiciones de SD, permitir algunas preferencias de riesgo extremo como exenciones	Es posible que aún no clasifique completamente las alternativas de decisión en la práctica.

Fuente. Tomado de Qin, (2022, p. 4)

La aplicación y selección de modelos de decisión que se considere el más pertinente a implementar para abordar la incertidumbre dentro de una organización, depende de las tolerancias al riesgo y del caso puntual al que se enfrenta cada empresa.

Dentro de este factor medioambiental, también se encuentran otros autores que proponen elementos asociados con la incertidumbre, Ritchie y Jiang (2019), muestran tres generalidades de la gestión de riesgos con crisis y desastres en el turismo: "(1) falta de fundamentos conceptuales y teóricos, (2) falta de pruebas empíricas de modelos/teoría, y (3) tema de investigación desequilibrado. cobertura.", estas como fuentes potenciales de riesgos.

En relación con el turismo, Arbulú, Razumova, Maquieira y Sastre (2021), establecen que los conceptos de amenaza, exposición y vulnerabilidad se han abordado para una amplia gama de desastres naturales y provocados por el hombre, pero no específicamente para pandemias.

En relación con el impacto que generan las pandemias en las organizaciones, como pasó con el Coronavirus, afectan representativamente los flujos económicos a lo largo del tiempo, inclusive toma un tiempo adicional el restablecimiento de la estabilidad económica. Debido a este factor de las pandemias la industria del turismo se ve altamente impactada, toda vez

que de acuerdo con sus actividades requiere una proximidad a los turistas, que se ve afectada por el distanciamiento, movilidad y aislamiento.

Debido a lo anterior, el turismo, tal como lo indican Arbulú, Razumova, Maquieira y Sastre (2021), es altamente vulnerable a una crisis sanitaria, debido a las razones anteriormente comentadas, lo cual genera un riesgo alto relacionado con el choque entre la oferta y la demanda.

Otro modelo implementado para la planeación estratégica por escenarios es el creado por Schwartz, el cual es usado en la escuela intuitiva lógica para la construcción de escenarios, esta consta de 8 pasos básicos:

Paso 1. Identificar el problema o decisión focal.

Paso 2. Identificar los factores clave en el ambiente local.

Paso 3. Identificar las fuerzas conductoras en el ambiente macro.

Paso 4. Clasificar factores clave y fuerzas conductoras por importancia para el éxito de la decisión y por su grado de incertidumbre.

Paso 5. Seleccionar el escenario lógico (el escenario lógico es una serie de ejes a través de los cuales los escenarios eventuales van a diferir).

Paso 6. Describir los escenarios.

Paso 7. Identificar las implicaciones de cada escenario sobre el problema focal.

Paso 8. Seleccionar los indicadores y señales principales para monitorear la ocurrencia de los escenarios y el desempeño de la estrategia. (Schwartz,1991, p. 10)

Mediante este enfoque, una vez que se han establecido los factores locales y se han entrelazado con las fuerzas impulsoras principales, es posible crear un mapa que genere escenarios a partir de las combinaciones más viables, como se muestra en la siguiente figura (Figura 5):

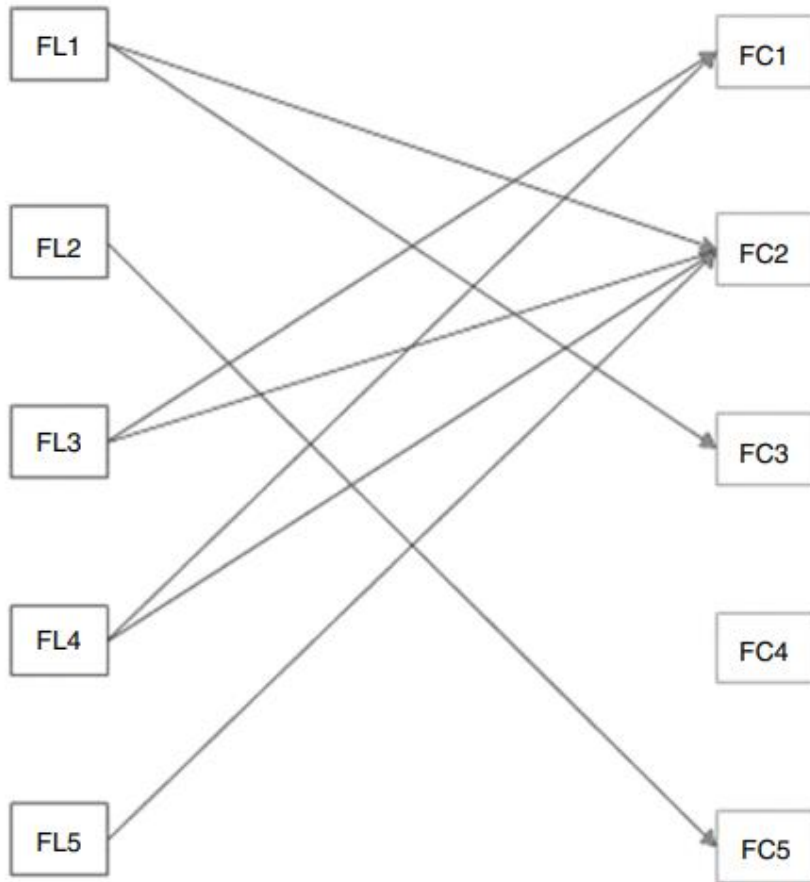


Figura 5. Mapeo de factores locales vs fuerzas conductoras

Fuente. Tomado de (Mejía, Agudelo y Soto, 2016, p. 102)

Por otro lado, uno de los modelos utilizados es la Simulación de Monte Carlo (Figura 6) en las situaciones de extrema incertidumbre, el cual tiene como objetivo tratar de imitar el comportamiento de las variables reales, para predecir cómo evolucionará en el futuro.

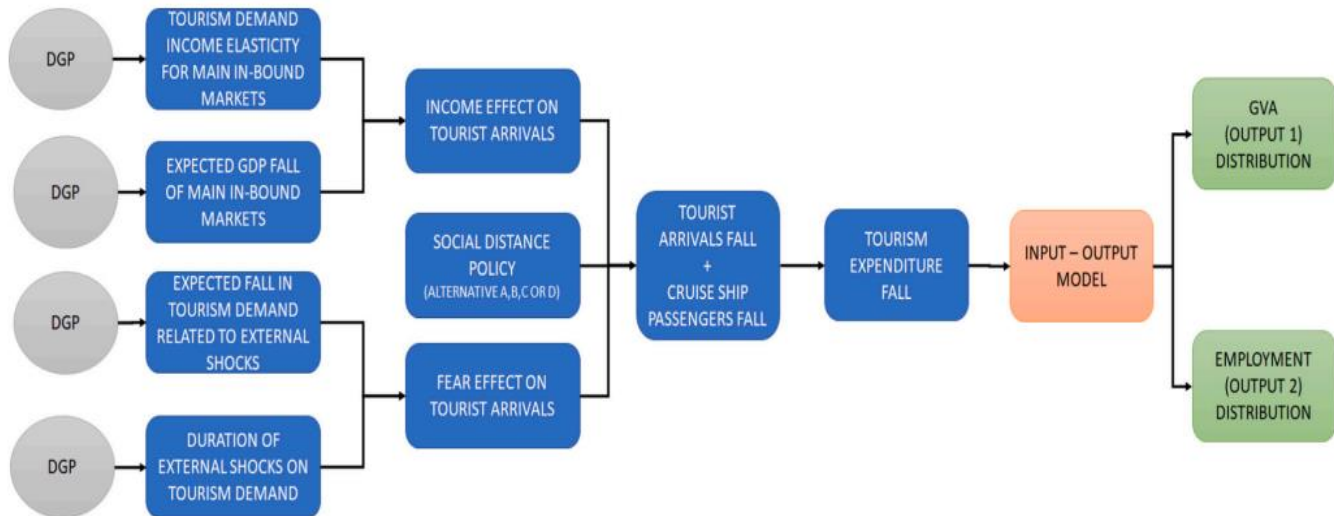


Figura 6. Modelo de Monte Carlo para la incertidumbre

Fuente. Tomado de Arbulú, Razumova, Maquieira y Sastre (2021, p. 5).

El tema medio ambiental de igual manera impacta el desarrollo sostenible asociado al transporte. Desde finales de los años ochenta, varios artículos (Newman y Kenworthy, 1999; Camagni, Capello y Nijkamp, 1998; Cervero, 1998) han discutido el desarrollo sostenible y ha sido el tema principal de una serie de conferencias internacionales y mundiales (como el establecimiento del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático en 1988, la Cumbre de la Tierra de las Naciones Unidas en Río de 1992, la Conferencia Europea de Ministros de Transporte de 1995 y la Convención de Kioto sobre el Cambio Climático de 1997) (Shiftan, Kaplan, y Hakkert, 2003)

El desarrollo sostenible implica un progreso que atiende a las necesidades actuales sin poner en riesgo la capacidad de las generaciones venideras para alcanzar sus propias necesidades y metas, de acuerdo con la definición de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Este concepto presenta una gran preocupación por el agotamiento de los recursos naturales y el bienestar de la sociedad humana, y contempla los escenarios de incertidumbre a los que se enfrenta.

De acuerdo a Shiftan (2003) aplicando este concepto del transporte sostenible se, establecen cinco factores importantes a tener en cuenta, sin embargo, la planificación de un sistema de transporte sostenible es una tarea complicada que implica un alto grado de incertidumbre

debido a varias razones: (a) la gran cantidad de posibles paquetes de políticas alternativas, (b) la forma de implementación y (c) la respuesta de los viajeros a cada uno de estos paquetes de políticas.

Los autores precitados, proponen implementar un modelo Delphi (Figura 7) basado en la construcción de escenarios que tienen como referencia el juicio de expertos, el cual usa un listado de preguntas orientadoras, con una retroalimentación controlada. A través de este modelo, se puede realizar unos estimados del escenario deseable y escenario esperado, tabulando la información obtenida de los expertos.

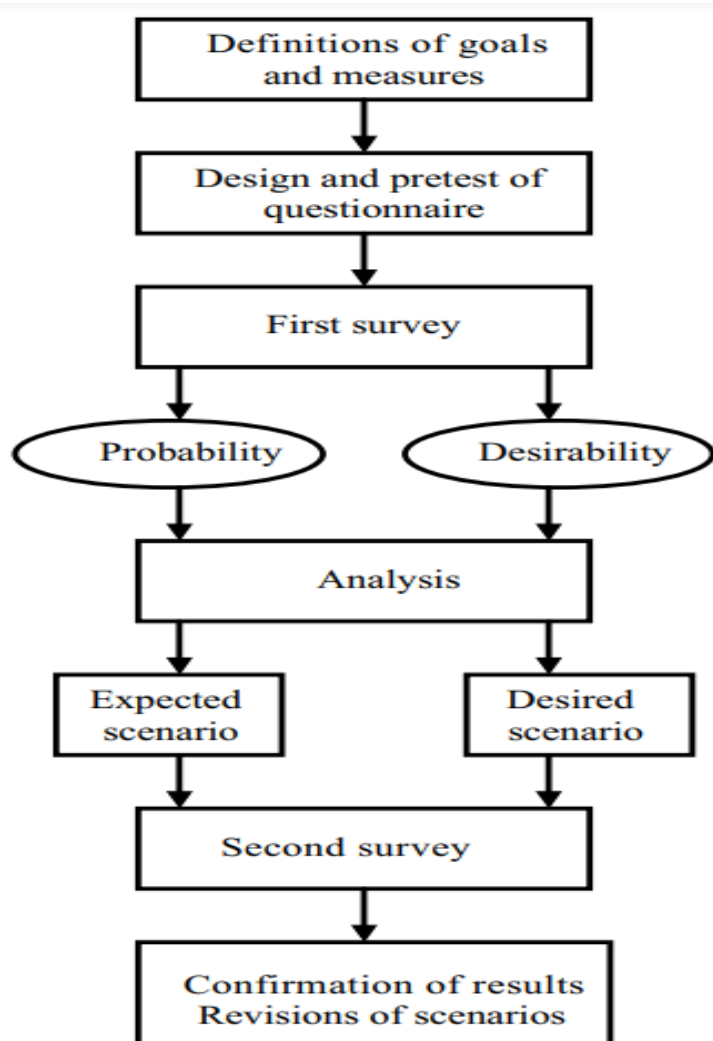


Figura 7. Modelo Delphi

Nota. Tomado de Shiftan et al, (2003, p. 329).

Factores Sociopolíticos

Otro factor importante para la planificación, es el sociopolítico el cual se encuentra enmarcado en el escenario de incertidumbre, en ese sentido, Navarro, Soria y Valenzuela (2019), hacen referencia a un marco heurístico para identificar las diferentes situaciones de incertidumbre en la planificación, esto se construye a través de contextos comunicativos para superar la complejidad de ciertos problemas a través de patrones, rutinas y lenguajes simples (heurística) (Switzer, Bertolini y Grin, 2013). Ayudan a crear argumentos provisionales para señalar casos interesantes, en lugar de usar casos para validar argumentos.

Este modelo propuesto por los autores anteriormente mencionados trabaja a través de tres capas como se relacionan a continuación (Figura 8):

Capa 1: Esta hace referencia a la realidad física externa y se usa para dirigirse a donde se identifican las incertidumbres como, por ejemplo: sistemas de transporte, infraestructura, población, etc.)

Capa 2: esta segunda capa hace referencia a los conocimientos, prácticas y lecciones aprendidas en la planificación, algunos ejemplos que hacen referencia a este nivel son: sistemas de información y modelos, sistemas de apoyo a la toma de decisiones.

Capa 3: Este nivel hace referencia a los productos de planificación, los cuales son importantes para las tomas de decisiones y maneja los escenarios de incertidumbre más bajos.

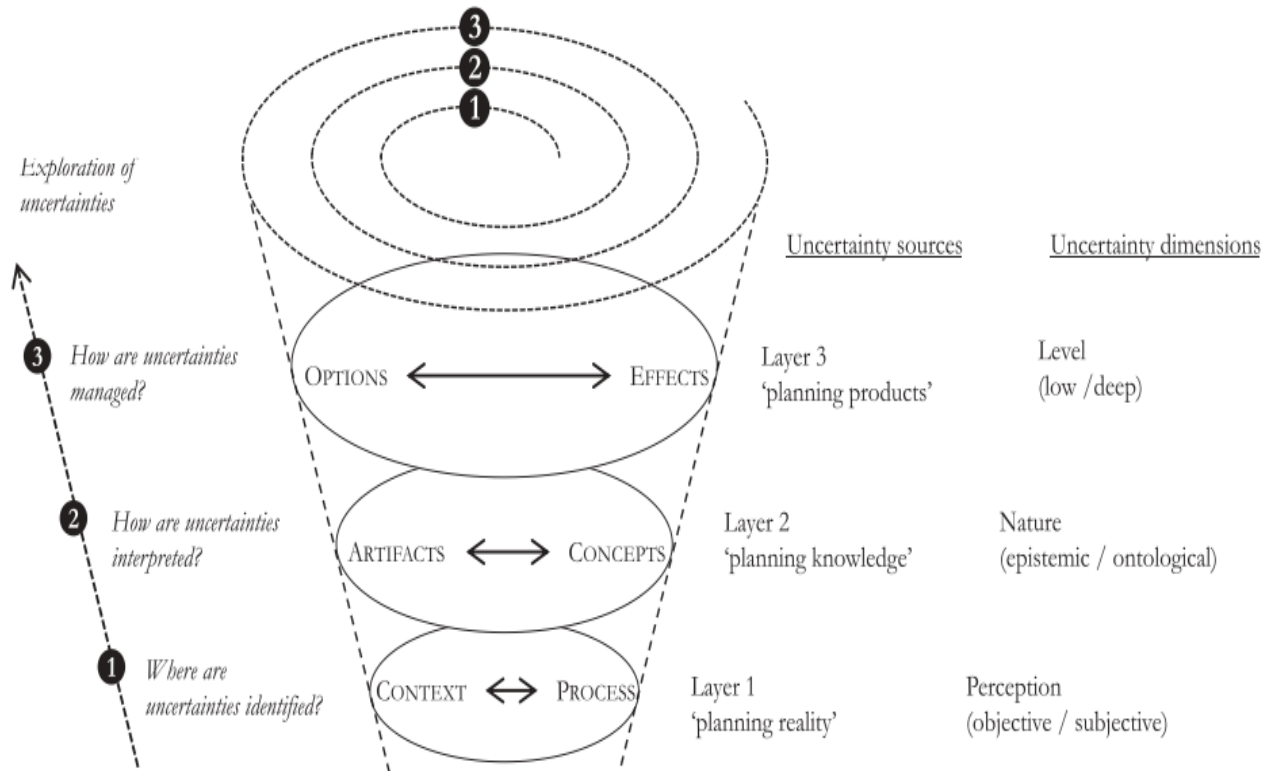


Figura 8. Enfoque heurístico para explorar las incertidumbres en la planificación.

Fuente. Tomado de (Navarro et al, 2019, p. 4).

Incertidumbre empresarial y su relación con el riesgo

La incertidumbre empresarial, con múltiples factores, se aborda en este proyecto mediante el análisis de cuatro variables clave, una de estas es el riesgo. Según Lechner y Gatzert (2017), el riesgo adquiere relevancia en contextos volátiles, afectando directamente el crecimiento y sostenibilidad empresarial ante cambios constantes en tecnología, sociedad, ambiente y aspectos corporativos. Almeida, Teixeira, Mira da Silva y Faroleiro (2019) definen el riesgo como la posibilidad de eventos internos o externos generando incertidumbre sobre objetivos, con impactos positivos o negativos para las organizaciones. En esencia, el riesgo empresarial implica la posibilidad de eventos afectando negativamente objetivos, resultados y continuidad.

Existen autores que plantean relación entre el riesgo e incertidumbre, como lo plantea Knight (1921) establece que el riesgo implica situaciones en las que las probabilidades se pueden

calcular o estimar, mientras que la incertidumbre se refiere a eventos o situaciones en las que no se pueden determinar probabilidades precisas; Bernstein (1996) proporciona una visión general de cómo los avances en la comprensión y gestión del riesgo han influido en el desarrollo económico y empresarial a lo largo de los siglos, destaca la importancia de reconocer y gestionar los riesgos para lograr un rendimiento sostenible en los negocios.

Taleb (2007) argumenta en su obra que la incertidumbre y los eventos altamente improbables tienen un impacto significativo en el mundo empresarial y financiero, Taleb aboga por adoptar un enfoque antifrágil para gestionar la incertidumbre, es decir, desarrollar resiliencia frente a eventos inesperados y aprovechar las oportunidades que pueden surgir de ellos.

Este artículo explora diversas perspectivas teóricas sobre la gestión de riesgos y la adaptabilidad organizacional en entornos inciertos. Según Porter (1980) presentó el modelo de las cinco fuerzas competitivas, donde resalta la relevancia de considerar el riesgo y la incertidumbre en el análisis de la competencia empresarial, y aboga por evaluar y gestionar estos factores para obtener ventajas estratégicas. Por otro lado, Weick (1995), las organizaciones deben ser ágiles en el procesamiento de información para identificar y abordar riesgos emergentes, haciendo hincapié en la creación de sentido y la interpretación de la incertidumbre interna.

Además, Kaplan y Norton (1996) argumentan que la gestión de riesgos debe integrarse en la estrategia empresarial, destacando la importancia de una medición y seguimiento adecuados para manejar la incertidumbre. En el contexto de Rockefeller (1909) destacó la necesidad de asumir riesgos calculados y diversificar las inversiones para gestionar la incertidumbre empresarial, su enfoque se centra en la importancia de una planificación estratégica sólida y una gestión financiera adecuada para mitigar los riesgos.

De acuerdo a esta revisión de literatura se visualiza una relación significativa entre los riesgos y la incertidumbre empresarial, que a su vez afecta en la planeación estratégica, otra variable a considerar es el presupuesto, el autor Horngren (2006) define ésta como una herramienta que ayuda a los administradores en sus funciones de planeación y de control.

Incertidumbre empresarial y su relación con el presupuesto

Como otra variable principal, que contribuirá a analizar la incertidumbre empresarial es el presupuesto que se dispone desde la planeación en un proyecto de inversión. El presupuesto es “la estimación programada, de manera sistemática, de las condiciones de operación y de los resultados a obtener por un organismo en un periodo determinado” (Burbano y Ortiz, 1995, p. 376). Asimismo, para Andía (2012), define que esta estimación permite sintetizar de manera cuantitativa las actividades que se desarrollaran en pro de los objetivos trazados, detallando en relaciones específicas entre los costos y los beneficios de su ejecución.

Varios estudios empíricos han investigado la relación entre el presupuesto y la incertidumbre empresarial, algunos hallazgos importantes incluyen: (a) Según Hope y Fraser (2003), habla sobre los enfoques flexibles, como los presupuestos basados en actividades y el presupuesto continuo, tienden a ser más efectivos para gestionar la incertidumbre que los enfoques tradicionales. (b) Hull (2012) argumenta la incorporación de análisis de sensibilidad y escenarios en el proceso presupuestario permite una mejor evaluación y mitigación de los riesgos asociados con la incertidumbre. (c) Lencioni (2002) expresa que la colaboración y la comunicación efectiva entre los diferentes departamentos y niveles de la organización son fundamentales para gestionar la incertidumbre y garantizar la implementación exitosa del presupuesto. (d) Hubbard (2009) argumenta como la capacitación y el desarrollo de habilidades en la gestión de riesgos y la toma de decisiones pueden mejorar la capacidad de las organizaciones para enfrentar la incertidumbre y utilizar el presupuesto de manera efectiva.

Además, Ittner y Larcker (2003) investigaron la relación entre el presupuesto y el rendimiento organizacional, concluyendo que la incertidumbre puede afectar negativamente la eficacia del presupuesto, pero enfoques más flexibles pueden mitigar dicho impacto negativo. Estas teorías ofrecen perspectivas valiosas para comprender cómo el presupuesto puede influir en la gestión de la incertidumbre en las organizaciones.

Dentro del ámbito del presupuesto, varios autores han aportado perspectivas relevantes sobre la incertidumbre empresarial. Shank y Govindarajan (1987) argumentaron que el presupuesto debe ser un proceso de planificación y control continuo, permitiendo a las organizaciones

adaptarse a la incertidumbre y ajustar objetivos estratégicos ante condiciones cambiantes. Por su parte, Huefner (2008) propuso un enfoque de presupuesto basado en la incertidumbre, que enfatiza la asignación flexible de recursos y la toma de decisiones contingentes en un entorno empresarial incierto.

Baiman (1982) analizó cómo la incertidumbre influye en la toma de decisiones presupuestarias y en la gestión del riesgo en las organizaciones. Además, Langfield-Smith (2005) investigó cómo la incertidumbre afecta el proceso de planificación presupuestaria y cómo los sistemas de control presupuestario pueden adaptarse para mejorar el rendimiento organizacional. Por último, Merchant y Van der Stede (2017) exploraron el diseño y la implementación de sistemas de control presupuestario que facilitan la adaptación a la incertidumbre y una respuesta efectiva a los cambios del entorno empresarial.

La incidencia del presupuesto en la incertidumbre empresarial es un tema de gran relevancia para la gestión financiera de las organizaciones. En un entorno empresarial caracterizado por la incertidumbre, los enfoques tradicionales del presupuesto pueden resultar limitados.

Incertidumbre empresarial y su relación con el Recurso Humano

Otra variable contemplada en esta investigación para analizar la incertidumbre empresarial es el recurso humano (RRHH), este factor “corresponde al valor que generan las capacidades de las personas mediante la educación, la experiencia, la capacidad de conocer, de perfeccionarse, de tomar decisiones y de relacionarse con los demás” (Navarro I, 2005, p. 4).

Hoy en día esta variable es un factor fundamental dentro de las organizaciones toda vez que contribuye a mejorar el desarrollo empresarial desde la productividad y la competitividad y de esta manera incide para la proyección en el futuro. Esta categoría analítica al igual que las otras se enfrenta a escenarios de incertidumbre toda vez que existen factores como rotación de personal, incapacidades, lesiones, ausentismos, licencias de maternidad, personal no idóneo, entre otras que pueden afectar el cumplimiento de las metas institucionales ya que impactan directamente en los rendimientos de estas.

En tal sentido los recursos humanos se constituyen como un activo principal y determinante al desarrollar actividades que definen la capacidad productiva y competitiva de las

organizaciones, así como menciona Gary Becker (1964) al definir el concepto de Recursos Humanos el cual alude a las capacidades productivas y competitivas que los sujetos incorporan por acumulación de conocimientos generales o específicos.

Algunas teorías planteadas sobre la incidencia del recurso humano en la incertidumbre empresarial son como lo plantea Ulrich (1996) enfatiza la necesidad de que los profesionales de recursos humanos desempeñen un papel estratégico en la gestión de la incertidumbre, propone que los líderes de recursos humanos se conviertan en arquitectos de la organización, creando una cultura de cambio y desarrollando el talento necesario para enfrentar los desafíos inciertos.

Sparrow y Cooper (2012) donde destacan que el recurso humano es un factor clave en la gestión de la incertidumbre, ya que los empleados pueden ser agentes de cambio y adaptación en tiempos turbulentos, subrayan la importancia de desarrollar la resiliencia y la capacidad de aprendizaje en los empleados para enfrentar la incertidumbre de manera efectiva.

Pfeffer (1998) plantea que invertir en el desarrollo del recurso humano puede ser fundamental para que las organizaciones enfrenten la incertidumbre y alcancen un rendimiento sostenible a largo plazo. Por su parte, Rousseau (2000) resalta la importancia de establecer expectativas claras entre los empleados y la organización, lo cual puede reducir la incertidumbre y fortalecer el compromiso y la lealtad.

En tanto, Senge (1990) aboga por que las organizaciones adopten una mentalidad de aprendizaje para afrontar la incertidumbre, destacando la importancia de fomentar la capacidad de aprendizaje entre los empleados y promover la colaboración y el pensamiento sistémico para adaptarse rápidamente a cambios y desafíos inesperados. Estas diversas perspectivas enriquecen el abordaje de la incertidumbre en el ámbito organizacional. Por otro lado, Kotter (1996) sostiene que, en momentos de incertidumbre, los líderes deben involucrar activamente a los empleados en los procesos de cambio, comunicar de forma clara la visión y brindar apoyo para superar los desafíos; la participación y el compromiso de los empleados resultan fundamentales para navegar con éxito en la incertidumbre.

En este orden de ideas, y de acuerdo a todo el marco teórico se define que el recurso humano desempeña un papel fundamental en la incidencia de la incertidumbre empresarial, los empleados capacitados, motivados y comprometidos pueden contribuir significativamente a la capacidad de una organización para enfrentar y gestionar la incertidumbre.

Incertidumbre empresarial y su relación con el marco normativo

La última variable de entrada contemplada en este proyecto de investigación que nos permitirá analizar la incertidumbre empresarial, hace referencia al marco normativo y lineamientos aplicables a una organización. El marco normativo como definición, de acuerdo con los autores Bulygin y Mendonca (2005), es una prescripción emitida por un agente humano, denominado «autoridad normativa», dirigida a uno o varios agentes humanos, denominados «sujetos normativos», que obliga, prohíbe o permite determinadas acciones o estados de cosas. Ordenes o mandatos están incluidos en esta noción de norma.

Algunas teorías planteadas sobre la incidencia del marco normativo en la incertidumbre empresarial como lo menciona Williamson (1985) y North (1990) argumentan que las leyes, regulaciones y normas que rigen las relaciones entre las empresas y las partes interesadas externas, desempeña un papel crucial en la reducción de la incertidumbre en el ámbito empresarial y económico. Scott (1995) plantea que el marco normativo tiene un impacto significativo en la incertidumbre empresarial al proporcionar una estructura y guía para las acciones de las organizaciones.

DiMaggio y Powell (1983) argumentan que cuando una organización adopta prácticas y estructuras similares a otras en su campo, se espera que reduzca la incertidumbre percibida por sus principales actores y partes interesadas, al imitar a organizaciones más establecidas y exitosas, pueden sentir que están tomando decisiones más seguras y aceptadas, lo que reduce la incertidumbre sobre su viabilidad y legitimidad.

Otros autores como Suchman (1995) argumenta que las organizaciones buscan mantener su legitimidad en el entorno institucional, lo que incluye el cumplimiento de normas y regulaciones. Esta necesidad de adaptarse a expectativas normativas cambiantes puede generar incertidumbre. Por otro lado, Teece, Pisano, y Shuen (1997) sostienen que las

capacidades dinámicas de una organización, incluida su habilidad para adaptarse al marco normativo, son fundamentales para enfrentar la incertidumbre y lograr una ventaja competitiva sostenible.

Además, Dacin, Goodstein, y Scott (2002) examinan la teoría institucional y su relación con el cambio institucional, incluido el marco normativo, y cómo estos cambios pueden generar incertidumbre para las empresas. Estas perspectivas enriquecen la comprensión de cómo las organizaciones abordan y enfrentan la incertidumbre generada por el marco normativo y los entornos institucionales cambiantes.

Barley (1996) destaca que las prácticas y rutinas de trabajo están intrínsecamente influenciadas por el marco normativo, y cuando este experimenta cambios en regulaciones y expectativas, puede generar incertidumbre en las organizaciones. Por otro lado, Armstrong, A. C., & Shimizu (2007) examinan diferentes enfoques empíricos relacionados con la visión basada en recursos de la empresa y cómo el marco normativo puede influir en la disponibilidad y gestión de los recursos, lo que a su vez impacta en la incertidumbre empresarial.

En relación con la incidencia del marco normativo en la incertidumbre empresarial destaca que las regulaciones y políticas gubernamentales tienen un impacto significativo en las decisiones y el desempeño de las organizaciones. Si bien el marco normativo busca establecer un entorno de operación transparente y ético, también puede generar incertidumbre debido a su complejidad, cambios frecuentes y variaciones entre países e industrias. La literatura académica aborda esta temática desde diferentes enfoques, examinando sectores específicos, aspectos más amplios de gobernanza y ética empresarial, así como estrategias de cumplimiento normativo.

Incertidumbre empresarial y su relación con la planeación estratégica

Teniendo en cuenta que ésta investigación busca analizar la incidencia que tiene la incertidumbre empresarial en el cumplimiento de los objetivos institucionales de un proyecto de inversión, las variables de salida que se contemplaran desde la planeación estratégica para este proyecto y que hacen referencia al cumplimiento de los objetivos estratégico es el

cronograma de ejecución y el presupuesto ejecutado, toda vez que estos son factores claves en un proyecto de inversión, por lo cual el análisis de incertidumbre empresarial permitirá determinar qué relación existe entre la incertidumbre empresarial y estas variables de salida.

Con el fin de definir la relación que existe entre la variable incertidumbre empresarial y cronograma de un proyecto, el autor Nelson y Winter (1982) argumentan que las organizaciones que son flexibles y capaces de adaptarse a la incertidumbre empresarial pueden ajustar más fácilmente los cronogramas de los proyectos para responder a cambios en el entorno. Por otro lado, el autor Porter (1985) sustenta que la incertidumbre empresarial puede influir en la elección de estrategias competitivas, lo que a su vez puede afectar el cronograma de proyectos, las estrategias adecuadas pueden mitigar los riesgos asociados a la incertidumbre.

Christensen (1997) sostiene que la incertidumbre empresarial relacionada con avances tecnológicos puede influir en el cronograma de proyectos de innovación, las empresas que no adoptan cambios tecnológicos de manera oportuna pueden experimentar retrasos en sus proyectos. Por otro lado, el autor Kerzner (2017) establece que la incertidumbre empresarial puede variar a lo largo del ciclo de vida de un proyecto, lo que impacta en el cronograma. Comprender y gestionar esta variabilidad es fundamental para el éxito del proyecto.

Hillson y Murray (2002) definen que la incertidumbre empresarial puede afectar el avance del cronograma de un proyecto si no se gestionan adecuadamente los riesgos, estos autores sostienen que la identificación, evaluación y mitigación de riesgos son esenciales para minimizar el impacto negativo de la incertidumbre en el cronograma.

La segunda variable de salida contemplada desde la planeación estratégica y impacta el cumplimiento de los objetivos estratégico es el presupuesto ejecutado, para definir la relación que existe entre la incertidumbre empresarial y ésta el autor Keynes (1936) define que la incertidumbre empresarial puede estar relacionada con fluctuaciones cíclicas en la economía, estas fluctuaciones pueden afectar el presupuesto ejecutado de un proyecto debido a cambios en la demanda y la inversión.

Los autores Von Neumann y Morgenstern (1944) argumentan que la incertidumbre empresarial puede considerarse como un juego estratégico en el que las decisiones afectan el presupuesto, la teoría de juegos analiza cómo las estrategias pueden influir en el resultado económico.

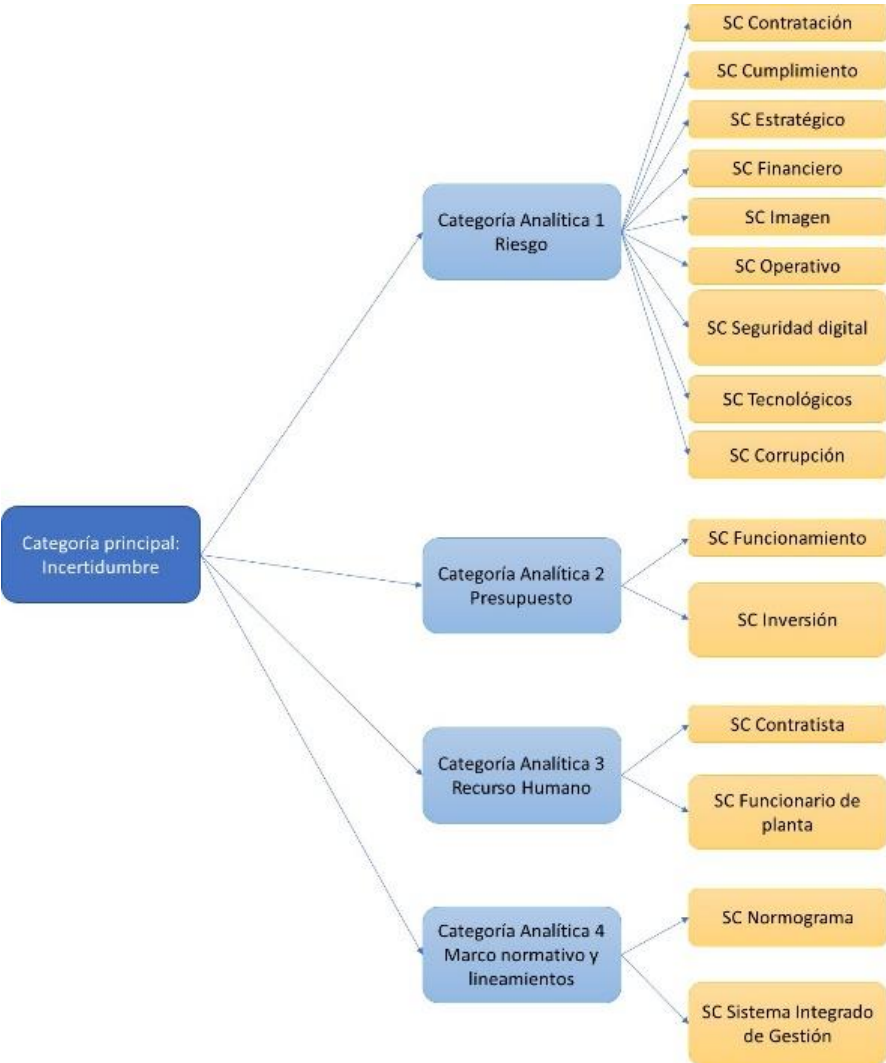
Akerlof (1970) contempla que la asimetría de la información en la incertidumbre empresarial puede llevar a una asignación ineficiente de recursos en el presupuesto, lo que afecta negativamente la ejecución del proyecto. Por otro lado, el autor Porter (1985) establece que la incertidumbre empresarial puede influir en los costos de producción y afectar el presupuesto ejecutado, la estrategia de costos busca minimizar estos efectos.

Finalmente, el autor Hillson (2001) establece que la incertidumbre empresarial puede llevar a riesgos no planificados que afectan el presupuesto ejecutado del proyecto, la gestión de riesgos adecuada es esencial para mitigar estos efectos; por lo cual se sustenta que existe una relación entre estas dos variables.

2.2 Modelo teórico

El modelo gráfico del presente proyecto de investigación es el que se relaciona a continuación en la figura 9, el cual contempla la categoría principal del objeto de investigación, las categorías analíticas en las que se divide y las subcategorías que componen cada una de las categorías analítica.

Figura 9. Modelo gráfico del proyecto de investigación



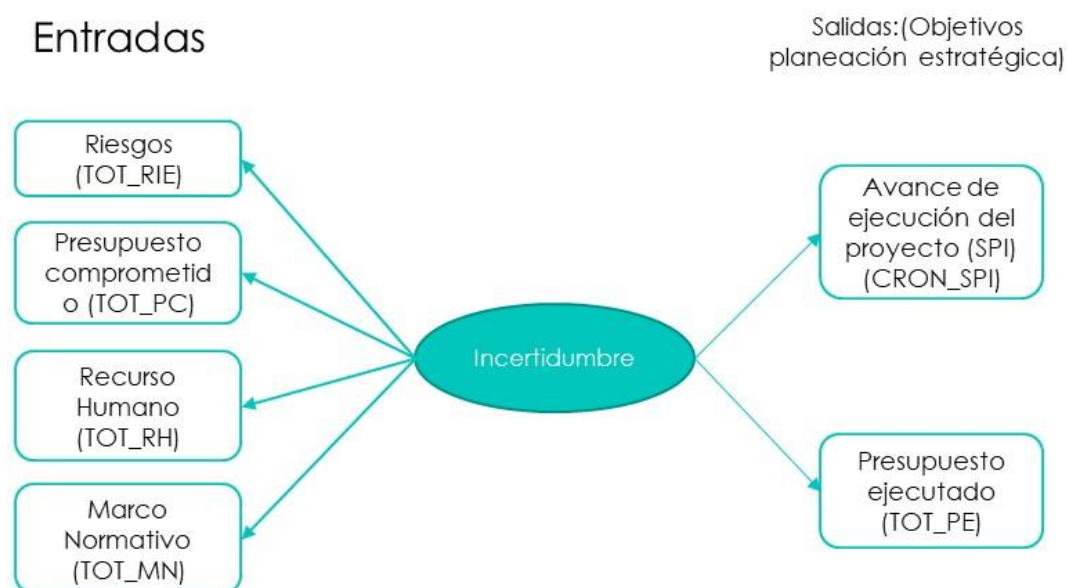
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la revisión de literatura se evidencia que existe un gran número de factores que inciden en la incertidumbre empresarial y a su vez esta tiene una alta relevancia en temas asociados a la planeación estratégica para proyectos de inversión, toda vez que las organizaciones se enfrentan a una serie de situaciones y eventos que no contempla desde un inicio en sus procesos de planeación.

De la misma manera, se muestra en la figura 10 el modelo planteado para el desarrollo de este proyecto, donde se identifica la variable latente que es la incertidumbre y las variables observables de entrada y salida del proyecto.

En el contexto de este proyecto de investigación, la planificación estratégica se delimita con dos variables de salida fundamentales dentro del marco de un proyecto de inversión. Estas variables son ejecución y avance en el cronograma, que se relaciona con el indicador SPI (que compara lo planificado con lo ejecutado y que significa índice de desempeño del proyecto), y la segunda variable de salida es el presupuesto ejecutado, tal como se ilustra en el siguiente diagrama (Figura 10).

Figura 10. Modelo gráfico de variables de entradas y salidas



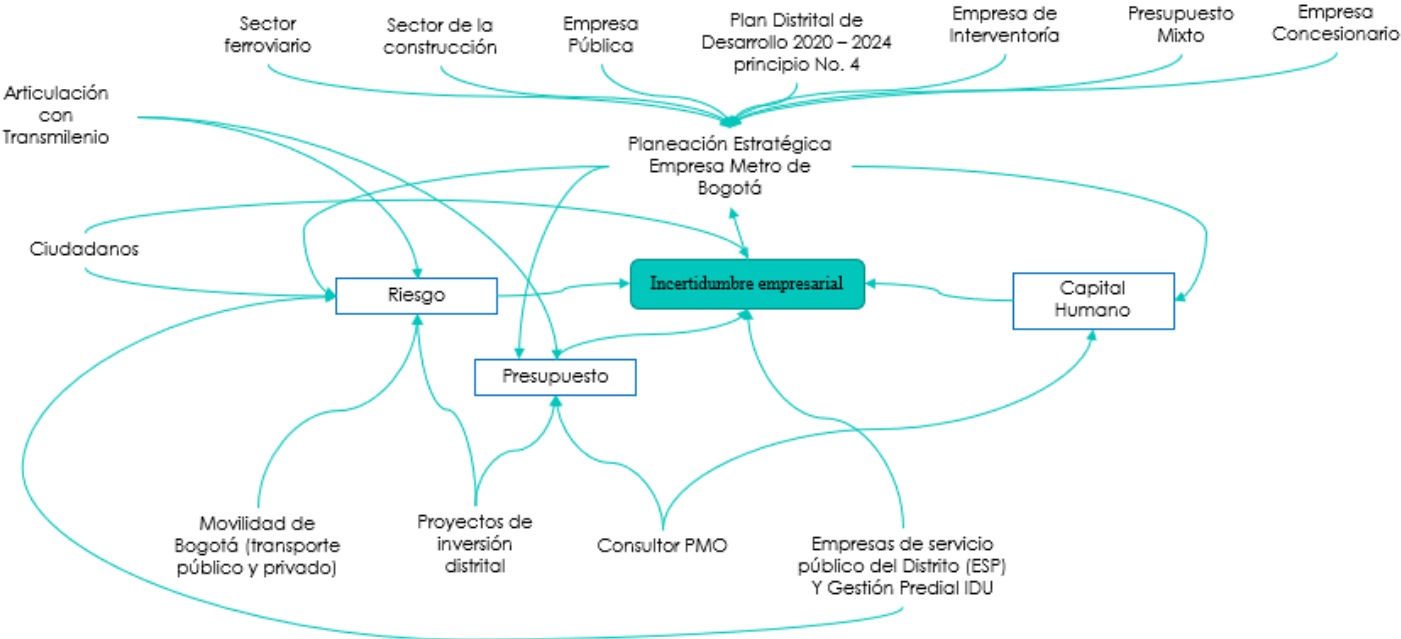
Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la figura previamente mencionada, los factores o causas que pueden dar lugar a situaciones de incertidumbre empresarial son considerados como variables de entrada, y tienen un impacto directo en las variables de salida. Además, el Modelo de Ecuaciones Estructurales mostrará las correlaciones potenciales entre estas variables

De la misma manera, para un mayor entendimiento de este proyecto y su caso aplicado a la Empresa Metro de Bogotá, se elaboró la figura 11 diagrama de interrelación con las

categorías analíticas y las características de la realidad del contexto del proyecto, con el fin de identificar la relación que el proyecto tiene con los factores, empresas y demás variables que pueden influir.

Figura 11. Diagrama de interrelación



Fuente: Elaboración propia

Este diagrama de interrelaciones de la incertidumbre empresarial en la planeación estratégica de la Empresa Metro de Bogotá, ilustra cómo diversas fuentes de incertidumbre impactan y se interrelacionan dentro del proceso de toma de decisiones estratégicas. Este diagrama detalla la interacción entre las partes interesadas y las variables clave como riesgos, presupuesto, recursos humanos y el marco regulatorio, mostrando cómo cada uno de estos elementos influye en la incertidumbre global y en la capacidad de la organización para alcanzar sus objetivos.

Al representar estas relaciones de manera gráfica, el diagrama facilita una comprensión más clara y estructurada de las dinámicas subyacentes, permitiendo a los gestores identificar y analizar las áreas críticas donde la incertidumbre puede afectar el desempeño estratégico. En última instancia, este enfoque ayuda a mejorar la planificación estratégica al proporcionar

una visión integral de los factores que deben ser gestionados de manera efectiva para minimizar los impactos negativos y maximizar las oportunidades en un entorno incierto.

2.3 Supuestos de investigación o hipótesis

La hipótesis de esta investigación esta orientada a que las organizaciones se encuentran en el marco de unos escenarios de incertidumbre que afecta el cumplimiento de los objetivos institucionales y las metas que son contempladas desde la planeación estratégica en los proyectos de inversión, todos estos escenarios se encuentran influenciados por variables como riesgo, presupuesto, tecnología, recurso humano, marco normativo y lineamientos propios de las entidades, que de cierta manera impactan en su gestión y que se deben trabajar de manera articulada para contribuir a una adecuada gestión de la incertidumbre.

En este orden de ideas, la hipótesis (H1) planteada para este proyecto de investigación es:

La gestión integrada de riesgos, presupuesto, recurso humano y marco normativo tiene una relación con la incertidumbre empresarial en la Empresa Metro de Bogotá, y esta relación con la incertidumbre genera un impacto en el cumplimiento de los objetivos empresariales contemplados en la planificación estratégica frente a las variables de presupuesto ejecutado y avance en el cronograma.

2.4 Contexto

Esta investigación es un caso aplicado a un proyecto de inversión y que se puede replicar de manera general a cualquier otro, en el contexto de los proyectos, es crucial comprender el entorno empresarial en el que operan. Este entorno está marcado por una serie de factores dinámicos y variables, que incluyen aspectos económicos, políticos, sociales y tecnológicos. Las empresas se enfrentan a la constante necesidad de tomar decisiones estratégicas sobre dónde y cómo invertir sus recursos limitados para maximizar los rendimientos y garantizar su competitividad a largo plazo. Esta toma de decisiones está inherentemente rodeada de incertidumbre, ya que el futuro siempre es desconocido y está sujeto a cambios imprevistos.

Además, los proyectos de inversión pueden variar considerablemente en su naturaleza y alcance, desde la adquisición de nuevos activos hasta la expansión de instalaciones existentes o el lanzamiento de nuevos productos, cada proyecto presenta su propio conjunto único de

desafíos y oportunidades. La evaluación de la viabilidad de un proyecto implica considerar una serie de factores, como el análisis de mercado, los costos de capital, los riesgos asociados y los posibles retornos financieros. Sin embargo, la incertidumbre inherente al entorno empresarial puede complicar significativamente este proceso de evaluación y llevar a decisiones subóptimas o incluso a la renuncia a oportunidades potencialmente lucrativas.

En este sentido, la gestión efectiva de la incertidumbre se convierte en un aspecto crítico para el éxito de los proyectos de inversión, las empresas deben adoptar enfoques proactivos para identificar, medir y mitigar los riesgos asociados con sus proyectos de inversión. Esto puede implicar el desarrollo de modelos de análisis de riesgos robustos, la implementación de estrategias de diversificación de cartera, el establecimiento de políticas de gestión de riesgos claras y la incorporación de técnicas de planificación estratégica flexibles que permitan ajustes rápidos en respuesta a cambios inesperados en el entorno empresarial. En última instancia, la capacidad de adaptación y la agilidad se convierten en activos esenciales para las empresas que buscan maximizar el valor de sus inversiones en un entorno empresarial caracterizado por la incertidumbre.

En relación con objeto de la presente investigación la incertidumbre es una de las variables fundamentales que harán parte de este proceso, debido a que hoy en día las organizaciones se han visto afectadas en el cumplimiento de sus metas y planes por la incertidumbre que se genera y que no se gestiona. La palabra incertidumbre significa “duda, duda sobre la validez del resultado de una medida y refleja la imposibilidad de conocer exactamente el valor del mensurando” (Pérez, 2012, p. 144).

En este orden de ideas las organizaciones siempre parten de su planeación estratégica y “de acuerdo con Koontz y Weihrich (2001), la estrategia consiste en la determinación de los objetivos básicos a largo plazo de una empresa y la adopción de los cursos de acción y la asignación de los recursos necesarios para su cumplimiento”¹, por lo cual, cada organización establece una misión y una visión la cual está fundamentada en unos objetivos institucionales para lograr su cumplimiento, a su vez estos objetivos disponen de unos planes de acción para

¹ Parra, M. E. (2013). Planeación estratégica un pilar de la gestión empresarial. El buzón de Paciolo, 55.

unas vigencias determinadas, los cuales buscan a través de unas acciones contribuir al alcance de los mismo; es importante mencionar que esta planeación requiere de múltiples insumos como lo son los recursos financieros, de personal, tecnológicos, entre otros que interactúan entre sí para alcanzar la certeza de lo que se quiere. Por lo anterior, la incertidumbre es la falta de seguridad, de confianza o de certeza sobre algo, especialmente cuando crea inquietud, lo cual es todo lo opuesto a la certeza.

Las organizaciones a través de los años se han visto afectadas por esta incertidumbre que se genera para el desarrollo de sus metas, toda vez que no se cuenta con un modelo o una fórmula que permita medirla o controlarla en este tipo de ambientes, ya que es una variable volátil que tiene a unos comportamientos particulares de acuerdo con entorno en el que se encuentra.

Las empresas siempre cuentan con lo que se quiere lograr y la certeza de las metas a las que se quiere llegar, pero no dispone de las herramientas necesarias para poder gestionar la incertidumbre en sus proyectos, de tal manera que el porcentaje de certeza se ve afectado.

Por otro lado, se tiene una de las variables que impacta directamente en la incertidumbre y es el riesgo, las empresas han aprendido a gestionar el riesgo a través de las diferentes herramientas y referentes metodológicos que muestran cómo se puede implementar el concepto al interior de las organizaciones, este es un tema que ha tomado un auge importante en la actualidad ya que brinda herramientas preventivas y correctivas que contribuyen a la adecuada gestión de los mismos.

Sin embargo, este es un tema que aún le falta un gran nivel de madurez ya que los referentes parten desde las generalidades para la adecuada identificación de riesgo basado en un contexto actual donde establece causa, evento y consecuencia; posterior a este realiza una valoración inherente del riesgo a través de una probabilidad e impacto, con estos datos se obtiene la identificación del nivel de riesgos y de esta manera se establecen controles que contribuyen a mitigar, evitar o transferir el riesgo, estas estrategias permiten a las organizaciones que se gestione de manera óptima el riesgo y de esta manera tratar de controlar todos los eventos no deseados que pueden impactar de manera negativa a las entidades.

Las metodologías de gestión de riesgos que existen a pesar que todas cuentan con unas generalidades transversales de la administración del riesgo, son particulares para cada uno de los proyectos donde se desea implementar, en el caso de las entidades públicas de Colombia aplica la Guía para la administración del riesgo y el diseño de controles en entidades públicas emitida por el Departamento Administrativo de la Función Pública, por otro lado se encuentra la Metodología de obligaciones contingentes del Ministerio de Hacienda y Crédito Público la cual está orientada a organizaciones que tienen recursos de financiación del estado, de la misma manera se encuentra la metodología de riesgos de la Banca Multilateral y es una metodología internacional que establece parámetros y lineamientos para aquellas empresas que tienen financiación del Banco Interadministrativo de Desarrollo (BID), así mismo se cuenta con la metodología de PMBOK séptima edición, la cual genera algunos lineamientos en la gestión de proyectos y como se deben gestionar los riesgos; entre muchas otras metodologías que orientan a las organizaciones como se puede llevar a cabo una adecuada administración del riesgo. En relación con todos los referentes mencionados anteriormente, es importante resaltar que ninguno de estos contempla dentro de sus metodologías los factores claves para gestionar la incertidumbre y la relación que existe entre el riesgo y esta.

La presente investigación se aplicará para la Empresa Metro de Bogotá (EMB), esta empresa tiene como visión

En el año 2028, con la entrada en operación de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB), la Empresa será reconocida como ejemplo de gestión de movilidad sostenible, segura, confiable, eficiente y con altos estándares tecnológicos. Se habrá definido la expansión de la PLMB, conectándose con el SITP y fortaleciendo la consolidación del modo férreo regional. La EMB, será un referente de cultura, valores y motivo de orgullo y apropiación ciudadana, por su contribución a la transformación positiva de la capital. Adicionalmente, será reconocida en América por la generación de otras fuentes de financiación que contribuyan a su sostenibilidad en el tiempo. (Empresa Metro de Bogotá, 2021)

De la misma manera tiene como misión:

Nuestro propósito como Empresa Metro de Bogotá es transformar positivamente la movilidad del Distrito Capital mediante la implementación y operación del modo ferroviario del SITP; con conexión a las redes de integración regional, aportando al desarrollo y renovación urbana de la ciudad, con el fin de generar acceso a oportunidades urbanas y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. (Empresa Metro de Bogotá, 2021)

La EMB basa su planeación en una alineación estratégica como se muestra en la siguiente figura 12:

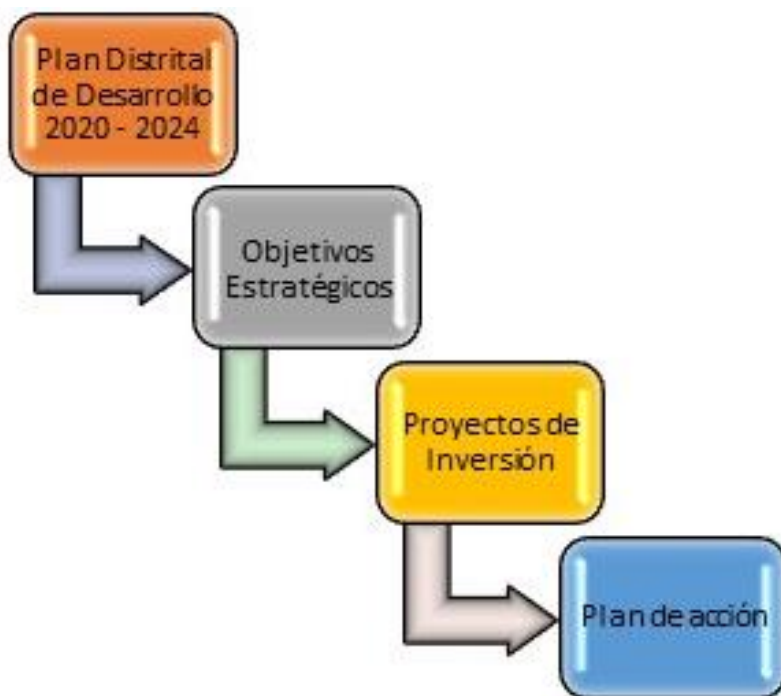


Figura 12. Alineación estratégica EMB

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta que la EMB se encuentra alineado al Plan de Desarrollo Distrital del 2020 – 2024 donde la apunta al principio número cuatro:

Hacer de Bogotá - Región un modelo de movilidad multimodal, incluyente y sostenible el cual busca la promoción de modos sostenibles de transporte, el

mejoramiento de los tiempos y de la experiencia del desplazamiento, teniendo a la red de metro regional, de buses y a la red de ciclorutas como ejes articuladores de la movilidad tanto de la ciudad como de la región y el cual está orientado al logro de mejorar la experiencia de viaje a través de los componentes de tiempo, calidad y costo, con enfoque de género, diferencial, territorial y regional, teniendo como eje estructurador la red de metro regional, el sistema integrado de transporte público y la red de ciclorutas. (Concejo de Bogotá, D. 2020)

Para dar cumplimiento a los compromisos establecidos en el Plan Distrital de Desarrollo la EMB cuenta con los siguientes objetivos institucionales (Figura 13):

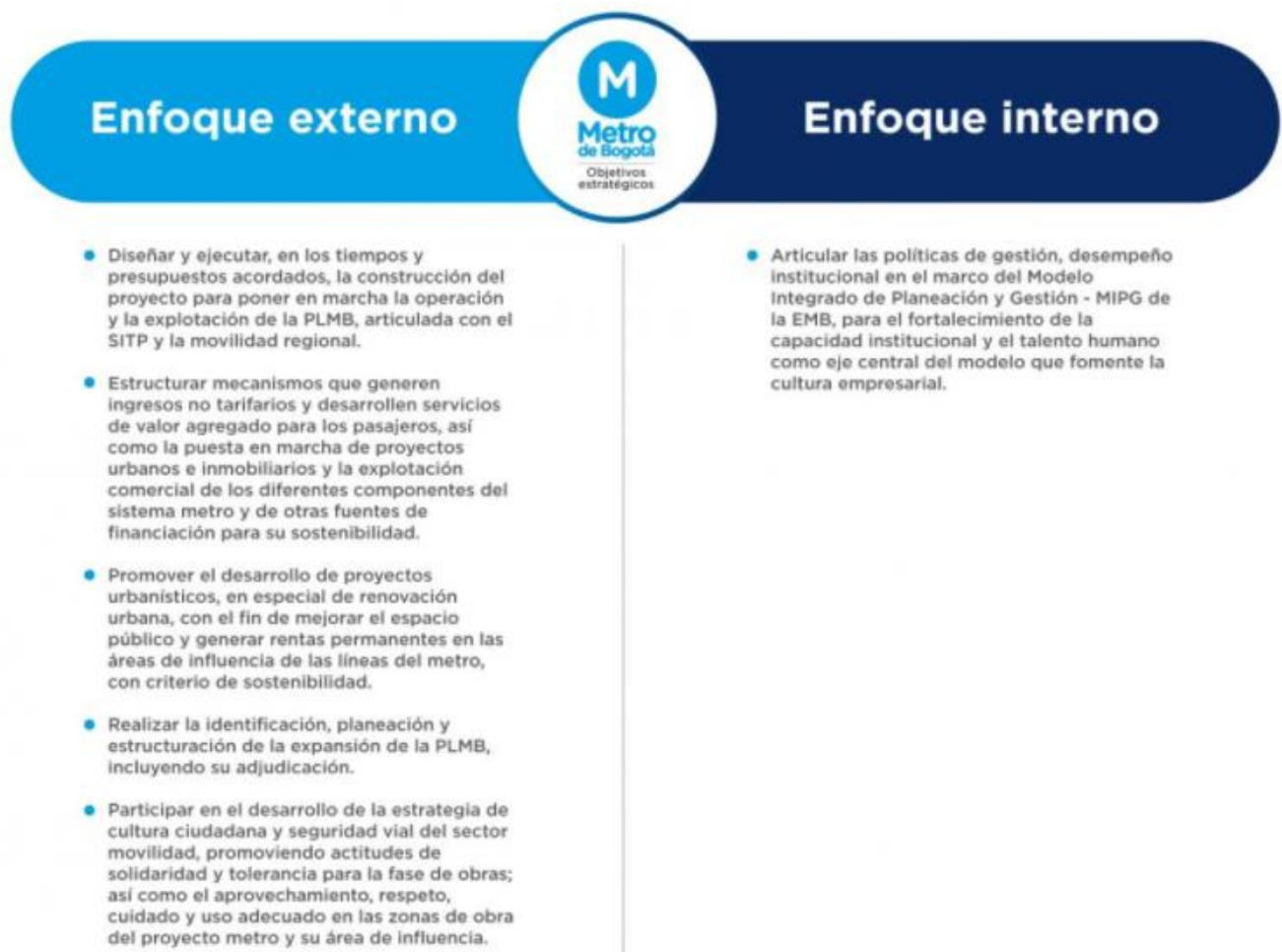


Figura 13. Objetivos Institucionales EMB.

Fuente tomado de <https://www.metrodebogota.gov.co/?q=content/objetivos-estrat%C3%A9gicos>

Y a su vez, estos objetivos institucionales se encuentran alineados a los proyectos de inversión de la organización, con el fin de articular las funciones asignadas a la Empresa Metro de Bogotá, para la consecución del Plan Distrital de Desarrollo – PDD – “Un Nuevo Contrato Social y Ambiental para a Bogotá del Siglo XXI, 2020 - 2024”, se formularon e inscribieron los siguientes proyectos de inversión en el Banco Distrital de Programas y Proyectos (BDPP) y en Banco de Proyecto de la Nación.

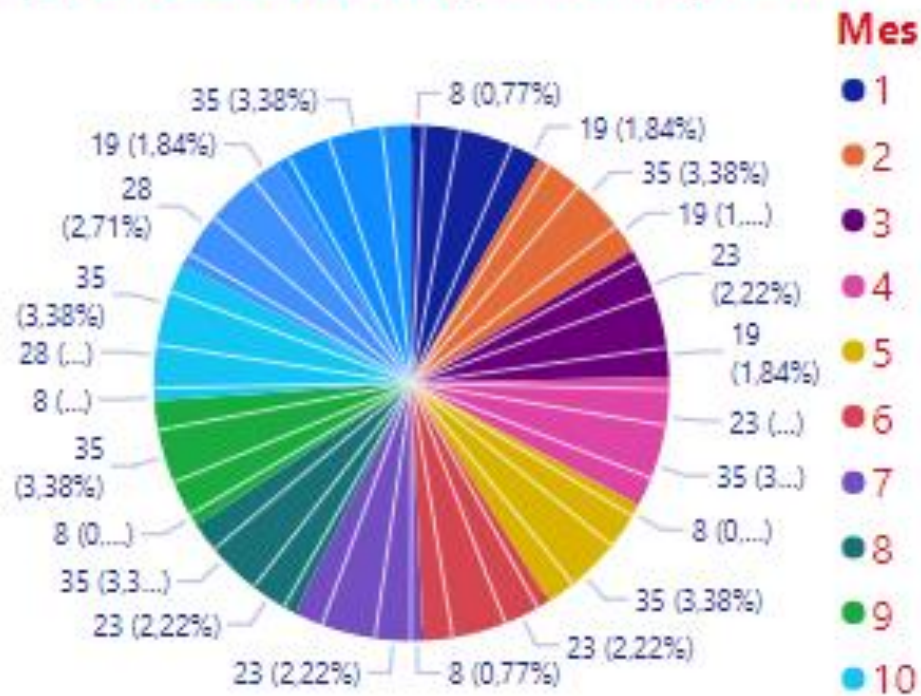
Articulación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible:

Este proyecto se encuentra articulado con los objetivos de desarrollo sostenible en el cual le apunta al número 9 “Industria, innovación e infraestructura”, toda vez que esta investigación está orientada a la innovación organizacional.

Contexto en relación a la variable riesgos:

Por otro lado, se presenta el estado actual de cada una de las categorías analíticas, en primer lugar, el estado de la gestión de riesgos en la Empresa Metro de Bogotá se resume en la siguiente tabla 3, donde se relaciona en número de riesgos que existe por cada mes del año entre las categorías de bajo, moderado, alto y extremo; y el porcentaje que este representa sobre la totalidad de los riesgos de la vigencia.

Bajo, Moderado, Alto y Extremo por Mes



Mes	Total	Riesgos de Gestión									Categoría del riesgo			
		Contratación	Cumplimiento	Estratégico	Financiero	Imagen	Operativo	Seguridad Digital	Tecnológicos	Corrupción	Bajo	Moderado	Alto	Extremo
1	85	4	7	9	1	2	35	3	4	20	8	23	35	19
2	85	4	7	9	1	2	35	3	4	20	8	23	35	19
3	85	4	7	9	1	2	35	3	4	20	8	23	35	19
4	85	4	7	9	1	2	35	3	4	20	8	23	35	19
5	85	4	7	9	1	2	35	3	4	20	8	23	35	19
6	85	4	7	9	1	2	35	3	4	20	8	23	35	19
7	85	4	7	9	1	2	35	3	4	20	8	23	35	19
8	85	4	7	9	1	2	35	3	4	20	8	23	35	19
9	85	4	7	9	1	2	35	3	4	20	8	23	35	19
10	90	4	7	9	1	2	40	3	4	20	8	28	35	19
11	90	4	7	9	1	2	40	3	4	20	8	28	35	19
12	90	4	7	9	1	2	40	3	4	20	8	28	35	19

Tabla 3. Riesgos de la EMB.

Fuente: Elaboración propia.

Para la gestión de riesgos al interior de la organización se implementan dos metodologías, para riesgos instituciones aplica la Guía para la Administración del Riesgo y el diseño de controles en entidades públicas del DAFO y para la gestión de riesgos de proyectos el PMI.

Diseño, construcción y puesta en operación de la PLMB - Tramo 1, incluidas sus obras complementarias.

A continuación, se muestra el proyecto de diseño, construcción y puesta en operación la PLMB, donde se relaciona el programa al que pertenece, la meta del Plan de Desarrollo Distrital, para identificar la alineación distrital que tiene (Tabla 4).

Propósito	04 - Hacer de Bogotá Región un modelo de movilidad multimodal, incluyente y Sostenible
Programa	50 - Red de Metros
Meta PDD	401 - Alcanzar el 60 % del ciclo de vida del proyecto PLMB - Tramo 1
Proyecto Entidad	7519 - Diseño, construcción y puesta en operación de la Primera Línea del Metro de Bogotá Tramo 1 (PLMB T-1), incluidas sus obras complementarias.

Tabla 4. Proyecto Diseño, construcción y puesta en operación de la PLMB - Tramo 1 Desarrollo, identificación, planeación, estructuración y adjudicación de la fase 2 de la PLMB.

A continuación, se muestra el Desarrollo, identificación, planeación, estructuración y adjudicación de la fase 2 de la PLMB, donde se relaciona el programa al que pertenece, la meta del Plan de Desarrollo Distrital, para identificar la alineación distrital que tiene (Tabla 5).

Propósito	04 - Hacer de Bogotá Región un modelo de movilidad multimodal, incluyente y Sostenible
Programa	50 - Red de Metros
Meta PDD	400 - Alcanzar el 100% del proceso de contratación para la expansión de la PLMB- Fase 2.
Proyecto Entidad	7520 - Desarrollo, identificación, planeación, estructuración y adjudicación de la fase 2 de la PLMB.

Tabla 5. Desarrollo, identificación, planeación, estructuración y adjudicación de la fase 2 de la PLMB.

Fortalecimiento de las actividades de gestión necesarias para afianzar la implementación de las políticas de gestión y desempeño en el marco del MIPG.

A continuación, se muestra el ítem de fortalecimiento de las actividades de gestión necesarias para la PLMB, donde se relaciona el programa al que pertenece, la meta del Plan de Desarrollo Distrital, para identificar la alineación distrital que tiene (Tabla 6 y 7).

Propósito	05 - Construir Bogotá Región con gobierno abierto, transparente y ciudadanía Consciente
Programa	56- Gestión Pública Efectiva
Meta PDD	483 - Aumentar en 5 puntos el Índice de Desempeño Institucional para las entidades del Sector Movilidad, en el marco de las políticas de MIPG

Proyecto	7518 - Fortalecimiento de las actividades de gestión necesarias para afianzar la
Entidad	implementación de las políticas de gestión y desempeño en el marco del MIPG.

Tabla 6. Fortalecimiento de las actividades de gestión.

Construcción de cultura Metro para Bogotá

Propósito	04 - Hacer de Bogotá Región un modelo de movilidad multimodal, incluyente y sostenible
Programa	49 - Movilidad segura, sostenible y accesible
Meta PDD	383 - Definir e implementar dos estrategias de cultura ciudadana para el sistema de movilidad, con enfoque diferencial, de género y territorial, donde una de ellas incluya la prevención, atención y sanción de la violencia contra la mujer en el transporte
Proyecto Entidad	7521 - Cultura Metro para Bogotá.

Tabla 7. Construcción de cultura Metro para Bogotá

De la misma manera la EMB cuenta con la siguiente estructura organizacional (figura 14), en cumplimiento con establecido en el artículo 21 del Acuerdo No. 7 de 2021 “Por medio del cual se modifica la estructura organizacional de la Empresa METRO DE BOGOTÁ S.A., establecida mediante el Acuerdo de Junta Directiva No. 02 de 2016, modificada por el Acuerdo 02 de 2021”:

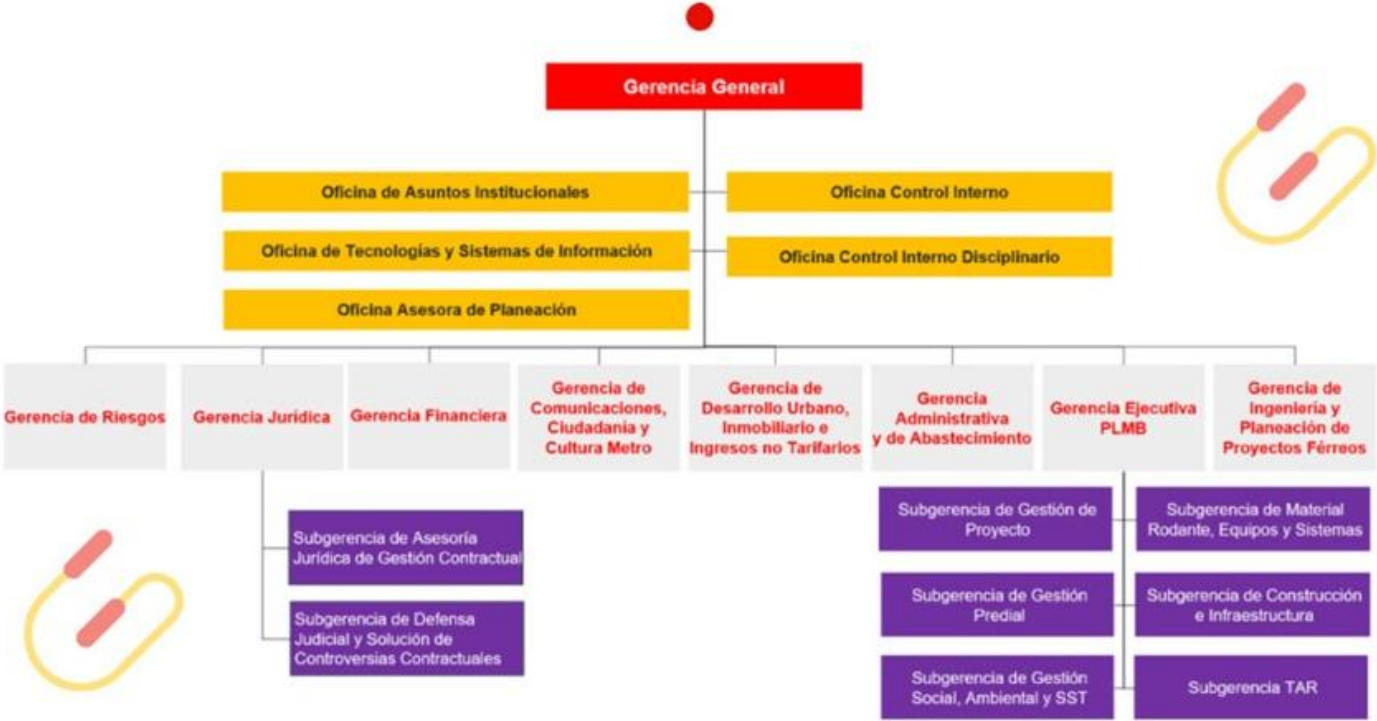


Figura 14. Organigrama EMB.

Fuente: Empresa Metro de Bogotá

La Empresa Metro de Bogotá cuenta con el siguiente modelo de operación bajo un enfoque por procesos (Figura 15):

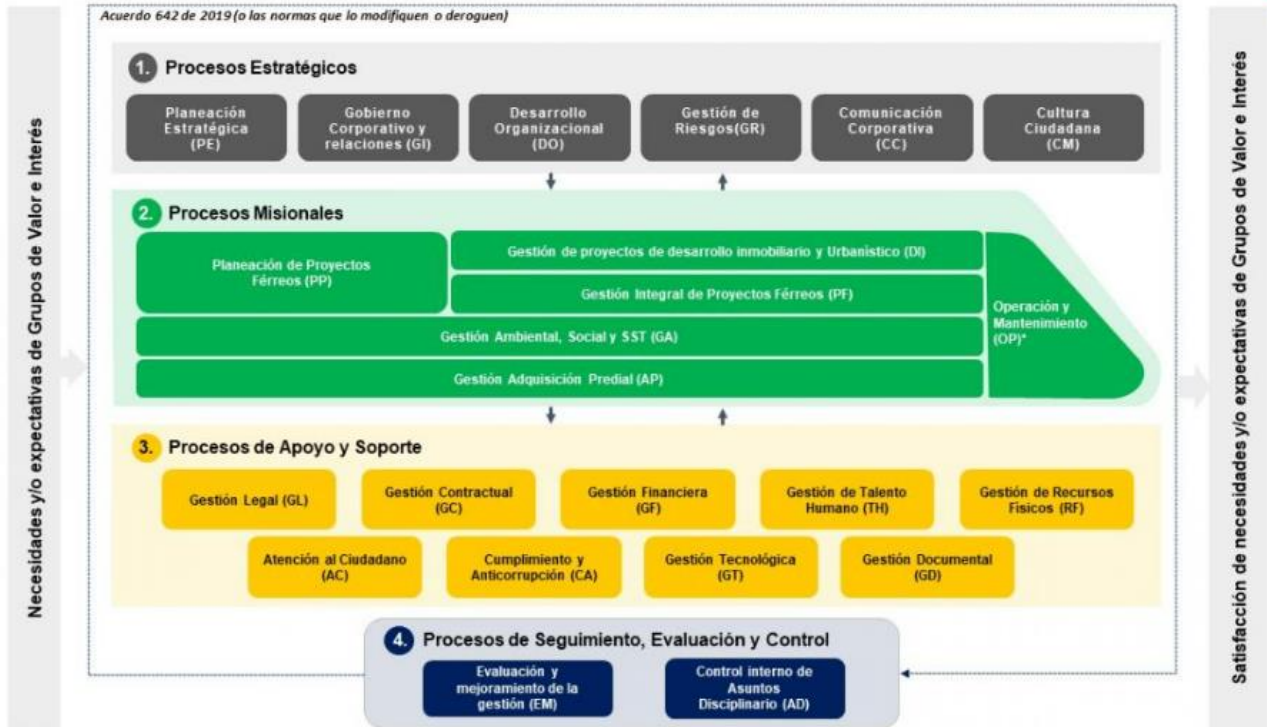


Figura 15. Modelo de Operación EMB.

Fuente tomado de <https://www.metrodebogota.gov.co/?q=content/mapa-procesos>

Contexto en relación a la variable recurso humano:

De la misma manera, el recurso humano juega un papel importante para la empresa, por lo cual a continuación se relaciona en número de personas que se encuentran vinculadas a la Empresa Metro de Bogotá, de acuerdo con su modalidad de contratación y área a la que se encuentra suscrita (Tabla 8).

Tabla 8. Personal de la EMB.

DEPENDENCIA		CONTRATISTAS	PLANTA	VACANTES
Gerencia Administrativa	y	16	26	1
Financiera				

DEPENDENCIA	CONTRATISTAS	PLANTA	VACANTES
Gerencia de Comunicaciones y Ciudadanía	7	4	2
Gerencia de Contratación	10	10	
Gerencia de Desarrollo Inmobiliario	93	11	1
Gerencia de Estructuración Financiera	0	4	2
Gerencia de Riesgos y Seguridad	3	3	0
Gerencia General	2	5	0
Gerencia Técnica	34	14	0
Oficina Asesora de Planeación	4	3	0
Oficina Asesora Jurídica	4	4	0
Oficina de Control Interno	4	3	0
TOTAL	177	87	6
		270	

Fuente elaboración propia con corte al 15 de junio del 2021.

Contexto en relación a la variable presupuesto

El presupuesto asignado para la construcción, operación y mantenimiento de la primera línea del metro de Bogotá se muestra a continuación, los cuales se encuentran en pesos constantes del año 2017 (Tabla 9):

Tabla 9. Presupuesto de la EMB.

Descripción	Total (Pesos)
Obras civiles - Viaducto y Patio Taller	\$ 6.925.100.733.375
Sistemas ferroviarios y Material Rodante	\$ 3.936.164.982.036
Traslado anticipado de redes de SSPP	\$ 291.327.744.507
Gestión Social y Predial	\$ 1.426.284.593.780
Interventoría y PMO	\$ 366.391.970.705
Costo total Cofinanciables	\$ 12.945.270.024.403

Fuente Convenio de Cofinanciación.²

Nota: El gráfico representa el presupuesto de la EMB. Tomado de Bogotá, E. M. (2017). Convenio de Cofinanciación para el Sistema de Servicio Público Urbano de Transporte Masivo de Pasajeros de Bogotá. Bogotá.

En relación con el presupuesto, para el año 2021 se asignó \$43.707.372.000 de funcionamiento, de los cuales se ejecutó \$36.066.529.099, el cual corresponde a un 83%, y de inversión se asignó \$1.062.964.554.000 de los cuales se ejecutaron \$ 587.719.809.650,00 que corresponde al 55%; a continuación, se muestra el detalle mensual de esta información (Tabla 10):

Tabla 10. Presupuesto de la vigencia 2021

Mes	Valor comprometido RP			Vajor ejecutado		
	Funcionamiento	Inversión	Total programado	Gastos de funcionamiento	Inversión	Total ejecutado
Enero	\$ 7.723.703.448,00	\$ 645.446.368.517,00	\$ 653.170.071.965,00	\$ 1.154.403.069,00	\$ 435.173.558,00	\$ 1.589.576.627,00
Febrero	\$ 9.965.487.158,00	\$ 649.637.331.279,00	\$ 659.602.818.437,00	\$ 4.008.193.575,00	\$ 5.030.163.558,00	\$ 9.038.357.133,00
Marzo	\$ 13.755.030.072,00	\$ 633.221.855.775,00	\$ 646.976.885.847,00	\$ 6.518.426.578,00	\$ 35.321.789.029,00	\$ 41.840.215.607,00
Abril	\$ 16.858.128.922,00	\$ 733.452.596.187,00	\$ 750.310.725.109,00	\$ 8.470.724.901,00	\$ 63.431.700.119,00	\$ 71.902.425.020,00
Mayo	\$ 19.568.155.500,00	\$ 729.324.026.230,00	\$ 748.892.181.730,00	\$ 10.619.125.065,00	\$ 109.933.753.023,00	\$ 120.552.878.088,00
Junio	\$ 22.442.874.390,00	\$ 766.617.384.823,00	\$ 789.060.259.213,00	\$ 14.490.463.022,00	\$ 151.996.091.893,00	\$ 166.486.554.915,00
Julio	\$ 23.939.712.603,00	\$ 804.216.950.418,00	\$ 828.156.663.021,00	\$ 17.030.782.506,00	\$ 185.781.905.141,00	\$ 202.812.687.647,00
Agosto	\$ 26.295.016.820,00	\$ 815.125.150.524,00	\$ 841.420.167.344,00	\$ 18.840.207.586,00	\$ 246.560.394.943,00	\$ 265.400.602.529,00
Septiembre	\$ 31.050.581.067,00	\$ 858.002.144.972,00	\$ 889.052.726.039,00	\$ 21.008.832.397,00	\$ 296.143.852.599,00	\$ 317.152.684.996,00
Octubre	\$ 32.894.165.537,00	\$ 889.356.897.898,00	\$ 922.251.063.435,00	\$ 23.718.754.538,00	\$ 369.065.697.816,00	\$ 392.784.452.354,00
Noviembre	\$ 35.641.527.551,00	\$ 952.644.260.464,00	\$ 988.285.788.015,00	\$ 29.971.686.760,00	\$ 431.791.747.811,00	\$ 461.763.434.571,00
Diciembre	\$ 41.622.513.917,00	\$ 1.039.886.085.127,00	\$ 1.081.508.599.044,00	\$ 36.066.529.099,00	\$ 551.653.280.551,00	\$ 587.719.809.650,00

² Bogotá, E. M. (2017). Convenio de Cofinanciación para el Sistema de Servicio Público Urbano de Transporte Masivo de Pasajeros de Bogotá. Bogotá: No aplica

Los stakeholders de esta organización se relacionan a continuación (Figura 16):



Figura 16. Stakeholders de la EMB.

Fuente elaboración propia

Contexto en relación a la variable marco normativo:

Y finalmente para la categoría analítica de Marco Normativo, la empresa Metro de Bogotá cuenta con dos herramientas importantes, por un lado, el normograma que para diciembre del año 2021 contemplaba 828 normas aplicables a la EMB y en relación al Sistema Integrado de Gestión se cuenta con 592 documentos vigentes entre caracterizaciones, manuales, guías, protocolos, instructivos, procedimientos y formatos.

3. Diseño metodológico

3.1 Enfoque metodológico

La teoría materialista de la historia tiene como uno de sus apoyos a la teoría de la evolución humana y, por tanto, ubica al ser humano en la cadena de lo viviente atribuyéndole una diferencia con las demás especies, de acuerdo con Heidegger (1927) todo el que quiera dar una respuesta a la pregunta por el ser del hombre tendrá que indicar las propiedades que, por una parte, fundamenten la unidad del género humano y, por la otra, expliquen su diferencia respecto de todas las demás especies del mundo vivo.

Para Marx el “ser humano” del hombre se encuentra precisamente en el ser del proceso social global y evolutivo de la humanidad, en la unidad interna de ese proceso y la naturaleza del hombre no puede ser conocida por una antropología filosófica, ya que ésta recluye al hombre en la subjetividad de la conciencia, de la raza o de la socialidad, y lo separa radicalmente del universo. El conocimiento del universo y de las leyes del proceso natural también es siempre, directa o indirectamente, conocimiento del hombre y de su naturaleza específica.

En relación con lo anterior, la investigación se encuentra con un enfoque epistemológico de Materialismo teniendo en cuenta que ésta basada en la experiencia y en la realidad de las empresas a partir del análisis de la naturaleza y la sociedad como entorno, y es producto de las relaciones que se identifican en las diferentes variables como incertidumbre, riesgo, recursos financieros, humanos, variables sociales, ambientales, entre otras que hacen parte del contexto actual de las organizaciones y que pueden ser dinámicas basadas en un fundamento histórico de comportamientos y complementadas con las realidades.

En relación con el riesgo, se cuentan con referentes históricos de comportamientos que han presentado las organizaciones, a través del tiempo sin embargo estos dependen y varían de conformidad con el entorno al que se exponga la empresa, basado así en las realidades mismas; por otro lado, la incertidumbre no cuenta con datos históricos para valorarse en función al riesgo por lo cual se fundamentará en la experiencia y en las relaciones que se generan con las diferentes variables que interactúan.

La presente investigación se fundamenta en un marco metodológico con un enfoque cuantitativo donde la ciencia surge como una necesidad del ser humano por aprender sobre los fenómenos que ocurren a su alrededor y sus relaciones de causa y efecto, con el fin de poder interferir, la unidad de la ciencia se refiere a tres aspectos:

- a. Unidad del lenguaje: todos los enunciados científicos deben satisfacer los requerimientos particulares del lenguaje de la física y, en consecuencia, toda observación científica debe conducir a la mensurabilidad de los fenómenos estudiados.
- b. Unidad de las leyes: los hechos pueden ser explicados siguiendo principios similares.
- c. Unidad del método: en la actualidad este aspecto es el que encuentra más apoyo cuando se aparta de la definición original del método científico (procedimientos de medición y evaluación), para convertirse en un concepto que se relaciona más bien con las formas y los medios con que se fundamentan las “pretensiones de validez”.

En atención a lo anterior, los primeros dos literales son notorios su relación con el método cuantitativo, toda vez que existe un vínculo entre la ciencia, el método científico y la cuantificación. Esto implica que la metodología cuantitativa se presenta como más apropiada para la verificación o el contraste de hipótesis fundamentadas en el conocimiento teórico existente que para construir o avanzar en la formación de una teoría todavía en fase de desarrollo.

En atención a lo anterior, para analizar la incertidumbre empresarial y las variables que se encuentran a su alrededor es fundamental realizar un estudio teórico de estos factores que permitan justificar su comportamiento y su relación entre sí, tomando como referente conocimientos y teorías ya desarrolladas para comprender sus formas de accionar.

Este proyecto tiene un carácter de correlaciones toda vez que está orientado a descubrir o probar relaciones entre las variables como incertidumbre, riesgo y las contempladas en las categorías analíticas, que intervienen de manera influyente en la planeación estratégica, de la misma manera adicionar a encontrar las relaciones que existen entre ellas permitan identificar formas para controlarlas o gestionarlas de la mejor manera.

Este proyecto de investigación tiene un carácter explicativo toda vez que intenta ir más allá de lo descriptivo, ya que busca determinar las causas reales que producen la afectación de la planeación estratégica por variables como la incertidumbre y el riesgo, de tal manera probar sus efectos. A través de esta herramienta se explicará como incide cada una de estas variables y la forma adecuada de gestionarlas de manera articulada para reducir el grado de incertidumbre y aumentar la probabilidad de la certeza.

Así las cosas, el enfoque metodológico de este proyecto de investigación es cuantitativo toda vez que para ésta esta investigación es fundamental realizar un estudio teórico de estos factores que permitan justificar su comportamiento y su relación entre sí, tomando como referente conocimientos y teorías ya desarrolladas para comprender sus formas de accionar. De la misma manera es de tipo no experimental, toda vez que se observará la realidad y no se realiza la modificación de los datos obtenidos.

De la misma manera, este proyecto de investigación es de carácter correlacional, toda vez que busca descubrir o probar relaciones entre las variables como incertidumbre, riesgo y las contempladas en las categorías analíticas, que intervienen de manera influyente en la planeación estratégica; de la misma manera, encontrar las relaciones que existen entre ellas permitan identificar formas para controlarlas o gestionarlas de la mejor manera, a través de la implementación de un **modelo de ecuación estructural SEM**.

El sustento del uso de este tipo de modelo a utilizar se hace en base a la revisión de literatura donde se resaltan algunos aspectos y argumentos relevantes que se relacionan a continuación:

De acuerdo a la revisión de literatura Hair, Hult, Ringle, Sarstedt (2016) exploran las diferencias y similitudes entre el SEM tradicional y la técnica de Partial Least Squares (PLS). Argumentan que, mientras el SEM se enfoca en la confirmación de teorías y modelos teóricos mediante la evaluación de relaciones causales, PLS ofrece ventajas en contextos exploratorios y predictivos, particularmente cuando los modelos son complejos o el tamaño de muestra es pequeño. La elección entre SEM y PLS depende del propósito del estudio y de las características del modelo a analizar.

Por otro lado, Ryu y Lee (2015) revisan cómo el SEM ha sido utilizado en la investigación de gestión, destacando su capacidad para manejar variables latentes y sus relaciones complejas. Enfatizan que el SEM permite a los investigadores analizar simultáneamente múltiples relaciones y efectos indirectos, lo cual es crucial para entender los mecanismos subyacentes en las teorías de gestión.

Bollen (1989) introduce la teoría y la práctica del SEM, enfocándose en la estimación de modelos con variables latentes, argumenta que el SEM es una herramienta poderosa para investigar y confirmar teorías en las ciencias sociales, ya que permite la evaluación de modelos que incluyen variables no observables. Bollen discute cómo el SEM puede ser utilizado para probar hipótesis complejas sobre las relaciones causales y su aplicabilidad en diversas áreas de investigación.

Schumacker y Lomax (2010) ofrecen una guía integral sobre el SEM, enfocándose en los modelos de medición y cuestiones relacionadas, explican cómo el SEM permite evaluar la validez y confiabilidad de los constructos latentes a través de modelos de medición, y cómo estos modelos se integran en el marco general del SEM para evaluar teorías y relaciones causales. Destacan la importancia de una correcta especificación del modelo y la interpretación cuidadosa de los resultados.

Byrne (2010) proporciona una introducción al concepto de SEM y su aplicación práctica, explica que el SEM permite a los investigadores probar teorías complejas mediante la especificación y evaluación de modelos que incluyen tanto variables observadas como latentes. Byrne destaca la flexibilidad del SEM en la investigación, permitiendo el análisis de relaciones causales y la evaluación del ajuste del modelo en función de la teoría subyacente.

En atención a lo anterior, el Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM) se selecciona para esta investigación debido a su capacidad para analizar y confirmar teorías complejas mediante la evaluación de relaciones causales entre variables observadas y latentes. Esta metodología es especialmente adecuada para el estudio de fenómenos que involucran múltiples variables y relaciones interdependientes, permitiendo una comprensión más completa y detallada de las dinámicas en juego.

El propósito principal del SEM es evaluar y validar modelos teóricos que incluyen tanto variables observables (directamente medidas) como latentes (constructos no directamente medidos). SEM se utiliza para:

- **Confirmar Teorías:** Evaluar la validez de modelos teóricos que explican las relaciones entre variables.
- **Analizar Relaciones Complejas:** Examinar simultáneamente múltiples relaciones y efectos indirectos entre variables.
- **Evaluar el Ajuste del Modelo:** Determinar qué tan bien el modelo propuesto se ajusta a los datos observados.

En esta investigación se utilizaron datos de panel, que incluyen observaciones de las mismas unidades (individuos, empresas, etc.) a lo largo de varios periodos de tiempo. Este tipo de datos permite analizar cómo las variables cambian y afectan los resultados a lo largo del tiempo. Para la obtención de estos datos se detalla en el ítem siguiente de procesos, instrumentos y fuentes de información.

3.2 Procesos, instrumentos y fuentes de información

El estudio de caso de la Empresa Metro de Bogotá ha sido seleccionado debido a su relevancia y magnitud en el contexto de inversión pública. Con un presupuesto de 12.3 billones de pesos colombianos, el proyecto del Metro de Bogotá es uno de los mayores y más complejos en la historia reciente de la ciudad. Según Yin (2018), los estudios de caso son particularmente útiles para explorar fenómenos complejos dentro de su contexto real. El tamaño y la complejidad del proyecto lo convierten en un candidato ideal para un estudio de caso, permitiendo una comprensión profunda de los desafíos y las incertidumbres asociadas.

El Metro de Bogotá es un proyecto de infraestructura crítica que tiene el potencial de transformar el sistema de transporte de la ciudad, debido a su impacto significativo en la movilidad urbana, economía local y desarrollo urbano, el análisis de este proyecto ofrece valiosas lecciones sobre la gestión de grandes inversiones y la incertidumbre empresarial. La elección de este estudio de caso permite abordar cuestiones clave relacionadas con la

planificación estratégica, la gestión de riesgos y el cumplimiento de objetivos en un contexto de alta incertidumbre.

La complejidad inherente al proyecto del Metro de Bogotá justifica el uso del enfoque de estudio de caso, la integración de múltiples variables como el presupuesto, el recurso humano, los riesgos y el marco normativo en un solo proyecto requiere un análisis detallado que un estudio de caso puede proporcionar. El trabajo de Yin (2018) enfatiza que los estudios de caso son apropiados cuando se necesita un análisis exhaustivo y contextualizado de fenómenos complejos, lo que se aplica claramente a la situación del Metro de Bogotá.

La selección del Metro de Bogotá también se basa en una comparación con otros proyectos de inversión pública y privada, a diferencia de muchos otros proyectos, el Metro de Bogotá se enfrenta a un entorno regulatorio y operativo muy específico, con desafíos únicos que no se encuentran en proyectos menos complejos. La investigación de Yin (2018) sugiere que los estudios de caso deben basarse en la singularidad del fenómeno, lo que en este caso está claramente representado por la magnitud y complejidad del proyecto del Metro.

El modelo de análisis de incertidumbre empresarial desarrollado en este estudio tiene la intención de ser aplicable a otros proyectos de inversión similares, al utilizar el Metro de Bogotá como caso de estudio, se prueba y valida el modelo en un entorno real y complejo, lo que proporciona una base sólida para su aplicación a otros contextos. Yin (2018) argumenta que los estudios de caso son efectivos para desarrollar y probar modelos teóricos en condiciones prácticas, lo que valida la elección del proyecto del Metro.

La metodología empleada, que incluye técnicas avanzadas de análisis estadístico y Modelado de Ecuaciones Estructurales, es adecuada para un estudio de caso de esta magnitud. Yin (2018) sostiene que los estudios de caso requieren metodologías que permitan un análisis profundo y detallado. La elección de métodos cuantitativos avanzados permite capturar la complejidad y variabilidad asociadas al proyecto del Metro, proporcionando una visión integral de la incertidumbre empresarial.

El estudio del Metro de Bogotá contribuye significativamente a la literatura sobre gestión de incertidumbre y planificación estratégica. La revisión de Yin destaca que los estudios de caso

pueden llenar vacíos en la investigación existente al proporcionar nuevos conocimientos y perspectivas. Al enfocar el análisis en un proyecto de inversión tan relevante, este estudio ofrece aportaciones importantes a la comprensión de cómo gestionar la incertidumbre en proyectos de gran escala.

La gestión de grandes proyectos de infraestructura como el Metro de Bogotá presenta desafíos únicos que son relevantes para los profesionales de la gestión de proyectos. Yin (2018) enfatiza que los estudios de caso pueden proporcionar lecciones prácticas y aplicables. Los resultados del estudio ofrecen recomendaciones valiosas para la gestión de proyectos similares, ayudando a mejorar las prácticas y estrategias en futuros proyectos de inversión.

El análisis del proyecto del Metro de Bogotá también tiene implicaciones para las políticas públicas, el estudio de caso permite evaluar cómo las políticas y regulaciones afectan la gestión de grandes inversiones y la incertidumbre asociada. La investigación de Yin (2018) subraya la importancia de considerar el impacto de factores externos en el análisis de casos, lo que es especialmente relevante para el contexto de políticas públicas y proyectos de infraestructura.

Aunque el estudio de caso se centra en el Metro de Bogotá, las conclusiones y el modelo desarrollado tienen el potencial de aplicarse a otros proyectos similares. Yin (2018) sugiere que los estudios de caso pueden ser utilizados para generar teorías y modelos que se pueden adaptar a diferentes contextos. La investigación sobre el Metro de Bogotá no solo aborda un caso específico, sino que también ofrece un marco que puede ser utilizado para comprender y gestionar la incertidumbre en proyectos de inversión en otras partes del mundo.

El modelo para analizar las incertidumbres y el riesgo empresarial, que permitan explicar los efectos en el logro de las metas institucionales en el proyecto de inversión de la Empresa Metro Bogotá PLMB Tramo 1 del año 2022, se realizará a través con el uso de modelo de ecuaciones estructurales (SEM), la cual es una herramienta estadística multivariada que permite estudiar la relación que hay entre variables latentes y observadas, es ese orden de acuerdo con la naturaleza del presente proyecto donde se realizará el análisis de la incertidumbre y su interacción e incidencia con el riesgo, presupuesto, recurso humano, marco normativo y lineamientos.

Categoría Analítica 1 “Riesgo”.

Para esta variable, se recopilará la información histórica del número de riesgos que ha tenido la Empresa Metro de Bogotá por cada uno de los meses, diferenciando las categorías que se tienen, para esto se consultará cada uno de los informes de riesgos que se encuentran publicados en el repositorio de la Entidad, esta información será procesada a través de bases de datos para su entendimiento y consolidación.

Categoría Analítica 2 “Presupuesto”.

Para esta variable, se recopilará la información histórica del presupuesto que le ha sido asignado a la Empresa Metro de Bogotá por cada vigencia y por cada uno de los meses, categorizado en dos variables: funcionamiento e inversión, y de la misma manera se recopilará el presupuesto efectuado para cada periodo, para esto se consultará cada uno de los informes de presupuestos que se encuentran publicados en la página Web de la Entidad, esta información será procesada a través de bases de datos para su entendimiento y consolidación.

Categoría Analítica 3 “Recurso humano”.

Para esta variable, se recopilará la información histórica de recurso humano que se ha vinculado a la Empresa Metro de Bogotá por cada vigencia y por cada uno de los meses, categorizado en dos variables: contratistas y funcionarios, para esto se solicitará información directamente a las áreas de Talento Humano para los funcionarios y a Gestión Contractual para los contratistas, toda vez que estos datos no se encuentran publicados. Esta información será procesada a través de bases de datos para su entendimiento y consolidación.

Categoría Analítica 4 “Marco Normativo y Lineamientos”.

Para esta variable, se recopilará la información histórica del Marco Normativo y Lineamientos que son aplicables a la Empresa Metro de Bogotá por cada vigencia y por cada uno de los meses, categorizado en dos variables: normograma y lineamientos del Sistema Integrado de Gestión, para esto se solicitará información directamente a el área de Gestión Jurídica para el normograma y en el repositorio interno de la entidad se consultará los

lineamientos internos que conforman el Sistema Integrado de Gestión con el instrumento listado maestro de documentos. Esta información será procesada a través de bases de datos para su entendimiento y consolidación.

Proceso:

- a. Identificar el proyecto de inversión o la empresa para el cual desea realizar el modelamiento, con el fin de conocer cuál es el comportamiento que tiene este con relación a las variables de incertidumbre empresarial, riesgos, presupuesto, recurso humano, marco normativo y como a su vez estas variables impactan en la planeación estratégica. Para este proyecto de inversión se seleccionó la Empresa Metro de Bogotá.
- b. Identificar las variables y categorías que hacen parte de este proyecto de investigación (incertidumbre empresarial, riesgos, presupuesto, recurso humano, marco normativo y planeación estratégica).
- c. Recopilar información histórica de las categorías definidas, para los años 2019, 2020, 2021 y 2022 y a su vez esta información desagregada por cada mes del año: Para llevar a cabo un análisis exhaustivo, se recopiló información histórica detallada de las categorías definidas, abarcando los años 2019, 2020, 2021 y 2022. Esta información se desagregó por cada mes del año para obtener una visión precisa de las variaciones y tendencias a lo largo del tiempo. La recopilación incluyó datos mensuales sobre riesgos, presupuesto, recurso humano, marco normativo y en la variable de planeación estratégica se recopiló información del cronograma de avance del proyecto y el presupuesto ejecutado, permitiendo una evaluación minuciosa de cómo cada categoría ha evolucionado y ha influido en el entorno empresarial en diferentes periodos.
- d. Elaborar bases de datos para procesar información recopilada: Para procesar la información recopilada en este proyecto de investigación, se elaborarán bases de datos estructuradas que integren todas las variables relevantes, como incertidumbre empresarial, riesgos, presupuesto, recurso humano, marco normativo y planeación estratégica. Estas bases de datos se construyeron en excel, asegurando una correcta organización y almacenamiento de la información. Se usaron campos específicos para

cada variable, con formatos consistentes para facilitar la entrada, el almacenamiento y el análisis de los datos. Las bases de datos que se construyeron se encuentran relacionadas en los anexos: Anexo 1 Tabla de presupuesto comprometido, Anexo 2 Tabla de presupuesto ejecutado, Anexo 3 Tabla de riesgos, Anexo 4 Tabla de Marco normativo, Anexo 5 Tabla de Recurso Humano, Anexo 6 Tabla de cronograma del proyecto y Anexo 7 Tabla Incertidumbre empresarial vs variables.

- e. Completar información faltante y depurar las bases de datos: Una vez construidas las bases de datos, se procedió a completar la información faltante y a depurar los datos para garantizar su calidad y utilidad en el análisis. Esto implicó la identificación y el llenado de vacíos en los datos, asegurando que toda la información relevante esté presente y sea precisa. Además, se llevó a cabo un proceso de depuración para corregir errores, eliminar duplicados y ajustar inconsistencias que puedan surgir durante la recopilación de datos. La depuración incluirá la revisión minuciosa de los datos para asegurar su validez y fiabilidad, utilizando técnicas de limpieza y validación que permitan obtener un conjunto de datos limpio y coherente, fundamental para la realización de análisis precisos y para la obtención de conclusiones sólidas en la investigación
- f. Elaborar el modelo SEM con la información recopilada: Con la información recopilada y organizada, el siguiente paso es elaborar el modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM) para analizar las relaciones entre las variables de interés. Este proceso implica especificar el modelo teórico basado en las hipótesis y objetivos de la investigación, definiendo las variables latentes y observadas, así como las relaciones causales entre ellas. Utilizando software especializado en SEM (STATA), se procedió a realizar la estimación de los parámetros del modelo, ajustando las estructuras de caminos para reflejar adecuadamente las relaciones identificadas en la teoría. Durante esta etapa, se evaluó el ajuste del modelo mediante índices estadísticos y se realizaron ajustes según sea necesario para mejorar la precisión y la validez del modelo. Este modelo SEM permitió examinar cómo las variables de incertidumbre empresarial, riesgos, presupuesto, recurso humano, marco normativo y planeación estratégica interactúan entre sí y afectan los resultados empresariales, proporcionando insights valiosos para la toma de decisiones estratégicas

- g. Analizar resultados, donde se pueda identificar en nivel de incidencia de cada una de las variables contempladas en el modelo sobre la incertidumbre empresarial: Una vez elaborado el modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM) y estimados los parámetros, se procedió a analizar los resultados para identificar el nivel de incidencia de cada variable contemplada en el modelo sobre la incertidumbre empresarial. Este análisis implicó la interpretación de los coeficientes de las relaciones entre variables, evaluando cómo cada factor (como riesgos, presupuesto, recurso humano, marco normativo y planeación estratégica (cronograma y presupuesto ejecutado)) afecta directamente a la incertidumbre empresarial. Se utilizaron índices estadísticos y análisis de caminos para determinar la magnitud y dirección de estas influencias, permitiendo analizar qué variables tienen un impacto más significativo en la gestión de la incertidumbre. Este proceso proporcionará una comprensión detallada de cómo cada componente contribuye a la variabilidad y la gestión de la incertidumbre en el proyecto de inversión.

4. Resultados

Con base en modelo estructurado y a la metodología mencionada en el capítulo anterior, se recopiló información histórica para cada una de las categorías definidas (riesgo, presupuesto, recurso humano y marco normativo), desde el año 2019 hasta el 2022 y a su vez esta información desagregada por cada mes del año, de un proyecto de inversión relacionado con la Empresa Metro de Bogotá – Primera Línea de Metro de Bogotá.

Una vez recopilada la información para todas las categorías, se procedió a construir bases de datos individuales para cada variable y subvariable, tal como se detalla en la figura 15. Acto seguido, se realizó una minuciosa depuración de los datos, utilizando la información obtenida de cada factor. Este proceso garantizó la calidad y consistencia de los datos, permitiendo así un análisis riguroso y preciso en el desarrollo del estudio.

Para la base de datos de riesgos (TOT_RIE), se recopiló información sobre el número de riesgos vigentes para cada periodo en relación a las tipologías de contratación, cumplimiento, estratégico, financiero, imagen, operativo, seguridad, tecnológicos y de corrupción.

La base de datos de presupuesto se construyó en dos vías, como variable de entrada del modelo se contempló el presupuesto comprometido (TOT_PC) para cada una de las vigencias tanto de funcionamiento como de inversión, y para la variable de salida se tuvo en cuenta el presupuesto ejecutado (TOT_PE) para cada periodo.

Se realizó la construcción de la base de datos de recursos humanos (TOT_RH), donde se contempló información del número de personas vinculadas mediante contrato de prestación de servicios y número de funcionarios de planta suscritos a la EMB por cada una de las vigencias.

Para la base de datos de marco normativo (TOT_MN), se recopiló información del normograma de la EMB, donde se identificó el número de leyes, decretos, regulaciones entre otros que se encuentran vigente en cada uno de los periodos, y de la misma manera se contempló datos del Sistema Integrado de Gestión, donde se incluyó el número de documentos como manuales, protocolos, guías, instructivos entre otros que se regularon al interior de la empresa.

La última base de datos que se construyó, está relacionada con el avance mensual del cronograma establecido para el proyecto de inversión (CRON_SPI), este conjunto de datos es crucial, ya que proporciona una visión detallada del progreso en cada etapa del proyecto, permitiendo evaluar la eficiencia y la puntualidad en la ejecución de las actividades planificadas. Además, al ser una variable de salida de nuestro modelo, su análisis nos brinda información valiosa para ajustar estrategias, identificar posibles retrasos y tomar decisiones informadas para garantizar el éxito del proyecto.

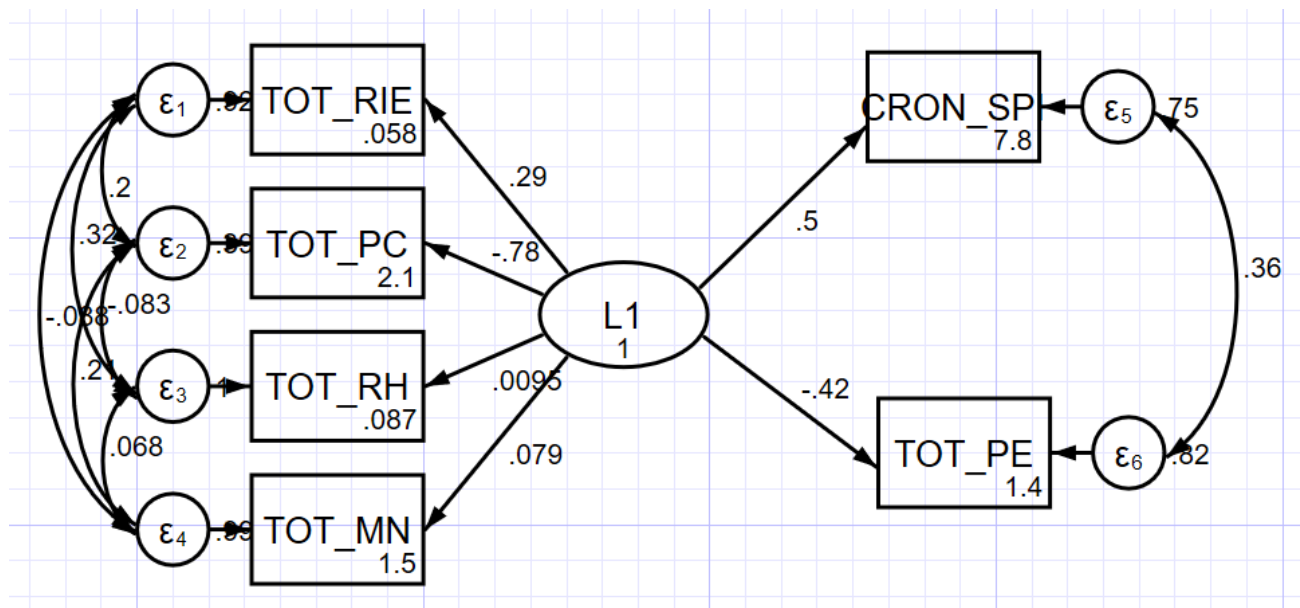
Para utilizar el SEM (Modelo de Ecuaciones Estructurales), se llevó a cabo la identificación de la clave que relaciona todas las bases de datos individuales donde el factor común para este proyecto de investigación es el periodo, representado por año y mes. Mediante esta clave, se procedió a consolidar la información en una matriz unificada con los siguientes campos

TOT_RIE, TOT_PC, TOT_RH, TOT_MN, TOT_PE y CRON_SPI, de esta manera, se logró integrar y organizar los datos de forma coherente, facilitando el análisis y la interpretación de los resultados en la exploración de relaciones y patrones en el estudio.

De manera simultánea, una vez identificadas las interrelaciones entre las variables, se procedió a construir el modelo de SEM (Modelo de Ecuaciones Estructurales). En este modelo, se estableció la variable latente L1 de "incertidumbre empresarial", la cual representa una dimensión que no cuenta con información cuantitativa directa en las bases de datos. Por otro lado, se incluyeron las variables observables de entrada como "riesgos (TOT_RIE), presupuesto comprometido (TOT_PC), recurso humano (TOT_RH), marco normativo (TOT_MN) ", y variables de salida cronograma en términos del indicador SPI (CRON_SPI) y presupuesto ejecutado (TOT_PE), las cuales poseen información cuantitativa disponible. Utilizando el software STATA, se formuló el siguiente modelo con el objetivo de identificar el nivel de incidencia que ejercen cada una de las variables consideradas en el estudio. Mediante este enfoque, se buscó obtener una visión más comprensiva y precisa sobre el impacto de estas variables en la incertidumbre empresarial y a su vez la correlación que existe entre variables.

En ese orden de ideas, se obtuvo el siguiente Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM), con sus respectivos coeficientes estandarizados (Figura 17):

Figura 17. Modelo de Ecuaciones Estructurales



Fuente: Elaboración propia

En este orden de ideas, se generó la ecuación uno (E1), la cual relaciona la variable observable "riesgos" (TOT_RIE) con la variable latente "incertidumbre empresarial" (L1) y muestra un coeficiente de estandarización de 0.29, proporciona información valiosa sobre la relación entre estas dos variables. El coeficiente de estandarización de 0.29 indica que el 29% de la varianza en la variable observable "riesgos" se explica por la variable latente "incertidumbre empresarial" (L1).

El coeficiente de estandarización de 0.29, obtenido en la ecuación E1, proporciona una medida cuantitativa de la relación entre las dos variables. Este coeficiente indica que el 29% de la variabilidad en la percepción de "riesgos" puede ser explicada por la "incertidumbre empresarial". En otras palabras, una porción significativa de la variación en cómo se perciben y manejan los riesgos dentro de una organización puede ser atribuida a la incertidumbre que enfrentan en su entorno. Esta relación sugiere que la incertidumbre empresarial es un factor relevante en la determinación de los riesgos percibidos, aunque no explica la totalidad de la variación, dejando espacio para otros factores que también pueden influir en los riesgos.

Además, es importante considerar que un coeficiente de estandarización de 0.29, aunque relevante, indica una relación moderada entre las variables. Esto implica que, aunque la incertidumbre empresarial tiene un impacto considerable en los riesgos percibidos, no es el único factor en juego.

La ecuación dos (E2), la cual relaciona la variable observable "presupuesto comprometido" (TOT_PC) con la variable latente "incertidumbre empresarial" (L1) y muestra un coeficiente de estandarización de -0.78 proporciona información relevante sobre la relación entre ambas variables. El coeficiente de estandarización negativo de -0.78 indica que la variable observable "presupuesto comprometido" toma de manera inversa el 78% de la varianza del total del modelo.

En este contexto, "presupuesto comprometido" se refiere a la cantidad de recursos financieros que una organización asigna y reserva para actividades específicas, lo cual es un indicador tangible de su planificación financiera y prioridades estratégicas. La variable latente "incertidumbre empresarial" representa la falta de previsibilidad en el entorno de negocio que puede influir en cómo se manejan los recursos y se toman decisiones financieras.

El coeficiente de estandarización de -0.78 obtenido en la ecuación E2 es significativo por varias razones. En primer lugar, el valor negativo de -0.78 indica que existe una relación inversa fuerte entre "presupuesto comprometido" y "incertidumbre empresarial". Esto sugiere que a medida que aumenta la incertidumbre empresarial, la cantidad de presupuesto comprometido tiende a disminuir, o viceversa. Es decir, las organizaciones podrían reducir el presupuesto comprometido cuando enfrentan una mayor incertidumbre, posiblemente como una estrategia para manejar riesgos y adaptarse a las condiciones cambiantes del mercado.

La magnitud del coeficiente, que es -0.78, revela que esta relación inversa es bastante fuerte, indicando que el 78% de la varianza en la variable "presupuesto comprometido" está explicada por la variabilidad en la "incertidumbre empresarial". En otras palabras, una gran parte de la variación en cómo las organizaciones comprometen su presupuesto se debe a las fluctuaciones en la incertidumbre que experimentan. Esto sugiere que la incertidumbre

empresarial es un factor crucial que influye en las decisiones presupuestarias, llevando a las organizaciones a ajustar sus compromisos financieros en respuesta a la falta de previsibilidad.

Es importante interpretar esta relación en el contexto de la gestión financiera y la planificación estratégica. Un coeficiente negativo tan alto podría implicar que las organizaciones, al enfrentar mayores niveles de incertidumbre, optan por ser más conservadoras en la asignación de recursos, priorizando la flexibilidad y la reserva de recursos en lugar de comprometerse con presupuestos fijos. Esto puede ser una estrategia para mitigar riesgos y enfrentar mejor las posibles eventualidades económicas y de mercado que podrían surgir.

Finalmente, el resultado subraya la necesidad de considerar la incertidumbre empresarial como un factor clave en la toma de decisiones financieras. La fuerte relación inversa entre la incertidumbre y el presupuesto comprometido destaca cómo los entornos inciertos afectan las estrategias de inversión y la asignación de recursos. Para los tomadores de decisiones, entender esta dinámica puede ser esencial para ajustar sus enfoques financieros y adoptar estrategias que les permitan adaptarse eficazmente a las condiciones cambiantes del mercado. La capacidad de manejar la incertidumbre y ajustar el presupuesto en consecuencia puede ser una ventaja competitiva significativa en un entorno empresarial volátil.

La ecuación tres (E3), la cual relaciona la variable observable "Recurso Humano" (TOT_RH) con la variable latente "incertidumbre empresarial" (L1) muestra un coeficiente de estandarización de 0.0095, proporciona información sobre la cantidad de varianza compartida entre estas dos variables. El coeficiente de estandarización se puede utilizar para estimar cuánta varianza en la variable observada se explica por la variable latente. En este caso, el valor de 0.0095 implica que la varianza en "recurso humano" que se atribuye a la "incertidumbre empresarial" es muy baja, solo el 0.95%.

El coeficiente de estandarización de 0.0095 obtenido en esta ecuación es crucial para interpretar la relación entre estas variables. Este valor indica que la cantidad de varianza en "Recurso Humano" que se explica por "incertidumbre empresarial" es extremadamente baja, solo el 0.95%. En otras palabras, la "incertidumbre empresarial" tiene una influencia mínima en la forma en que una organización gestiona sus recursos humanos. Esto sugiere que otros

factores distintos a la incertidumbre empresarial pueden tener un mayor impacto en las decisiones y prácticas relacionadas con el recurso humano.

La baja magnitud del coeficiente de estandarización implica que la relación entre "Recurso Humano" y "incertidumbre empresarial" es débil. Esto puede ser interpretado de varias maneras. Una posibilidad es que la gestión del recurso humano en una organización no esté particularmente afectada por el grado de incertidumbre en el entorno empresarial. Es decir, la rotación y contratación de personal podrían estar más influenciadas por factores internos o estratégicos que por la variabilidad externa que representa la incertidumbre empresarial.

Otra interpretación podría ser que la variable latente "incertidumbre empresarial" no captura adecuadamente todos los aspectos de incertidumbre que podrían impactar en el "Recurso Humano". Es posible que existan otras dimensiones o fuentes de incertidumbre que no están representadas en la variable latente L1, y que podrían tener un efecto más significativo en la gestión del recurso humano. Alternativamente, la relación débil podría sugerir que las organizaciones están implementando estrategias efectivas para mitigar los efectos de la incertidumbre sobre sus recursos humanos, manteniendo así una estabilidad en la gestión del personal independientemente de la incertidumbre externa.

Finalmente, este hallazgo resalta la importancia de considerar múltiples factores y dimensiones al evaluar la gestión del recurso humano en el contexto de la incertidumbre empresarial. Aunque la relación directa entre estas variables es baja, esto no descarta la posibilidad de que otros factores puedan estar influyendo en la manera en que se manejan los recursos humanos.

La ecuación cuatro (E4), la cual relaciona la variable observable "Marco Normativo" (TOT_MN) con la variable latente "incertidumbre empresarial" (L1) muestra un coeficiente de estandarización de 0.079, brinda información sobre la cantidad de varianza compartida entre estas dos variables. El coeficiente de estandarización se utiliza para estimar cuánta varianza en la variable observable se explica por la variable latente. En este caso, el valor de 0.079 implica que el 7.9% de la varianza en "marco normativo" se atribuye a la "incertidumbre empresarial."

El coeficiente de estandarización de 0.079 obtenido en esta ecuación indica que hay una relación positiva entre "Marco Normativo" y "incertidumbre empresarial". En términos más específicos, este coeficiente muestra que el 7.9% de la varianza en el "Marco Normativo" puede ser explicado por la "incertidumbre empresarial". Esto sugiere que una parte moderada de la variabilidad en cómo las organizaciones perciben y se ajustan a las normativas puede ser atribuida a la incertidumbre que enfrentan en su entorno empresarial.

Este resultado implica que, aunque la incertidumbre empresarial tiene algún impacto en cómo se gestiona el marco normativo, la influencia no es extremadamente fuerte. La varianza compartida de 7.9% sugiere que, si bien la incertidumbre empresarial contribuye a la variabilidad en la conformidad y ajuste al marco normativo, existen otros factores significativos que también afectan esta relación. Estos factores pueden incluir la estructura organizacional, la cultura corporativa, o las características específicas del sector en el que opera la empresa.

La interpretación de este coeficiente también puede indicar que las organizaciones tienen cierta flexibilidad en la forma en que se adaptan a las normativas, independientemente de la incertidumbre empresarial que enfrentan. Es posible que las empresas desarrollen mecanismos internos para gestionar y adaptarse a las regulaciones, lo que les permite mantener el cumplimiento normativo a pesar de los desafíos externos. Esta adaptación podría ser facilitada por sistemas de gestión robustos, políticas internas bien definidas, y capacidades organizacionales que mitigan los efectos de la incertidumbre.

Además, el coeficiente de 0.079 destaca la importancia de considerar cómo los cambios en el entorno empresarial pueden afectar la interacción entre las organizaciones y el marco normativo. Aunque la relación identificada es positiva y significativa, su magnitud moderada sugiere que los gestores y responsables de cumplimiento deben estar atentos a los cambios regulatorios y a la incertidumbre externa, pero también deben tener en cuenta otros factores internos y externos que pueden influir en la conformidad normativa.

En la segunda parte del Modelo de Ecuaciones Estructurales se tiene el siguiente análisis en relación con las variables de salida realizando la interpretación de los coeficientes estandarizados de una regresión.

La ecuación cinco (E5), la cual indica que si aumenta la incertidumbre empresarial en una desviación estándar (L1), es decir si existe un mayor número de factores inciertos que impactan el proyecto de inversión, el indicador del SPI (CRON_SPI) aumenta en 0.5 desviaciones estándar. Esto sugiere que hay una relación positiva moderada entre la incertidumbre empresarial y el indicador SPI, es importante mencionar que el SPI corresponde a la relación entre el proyecto realizado y el trabajo planificado para un período específico, indica la velocidad en que avanza el proyecto.

Es importante mencionar que este comportamiento positivo puede estar relacionado inicialmente a que la data trabajada corresponde a una muestra del 2019 al 2022, y que en la fase en que se encuentra el proyecto Metro de Bogotá (fase de construcción), aún no refleja un atraso representativo en el cronograma planteado, por lo tanto, su indicador del SPI está sobre uno en un promedio de (0,9725) el cual es un valor moderadamente bueno.

Este coeficiente sugiere que cuando la incertidumbre empresarial aumenta, la eficiencia del proyecto, medida a través del SPI, también tiende a aumentar en una cantidad significativa. En términos prácticos, esto significa que un mayor grado de incertidumbre en el entorno de negocio está asociado con una aceleración en el progreso del proyecto. Esto podría interpretarse como una respuesta adaptativa de las organizaciones a la incertidumbre, donde las condiciones inciertas podrían llevar a ajustes en la planificación y ejecución del proyecto, resultando en un ritmo más rápido de avance.

La relación positiva moderada indicada por el coeficiente de 0.5 desviaciones estándar implica que la influencia de la incertidumbre empresarial sobre el SPI no es extrema, pero sí significativa. Esto sugiere que, aunque la incertidumbre tiene un impacto notable en el ritmo del proyecto, no es el único factor determinante. Otros elementos, como la calidad de la planificación inicial, la capacidad de respuesta del equipo de proyecto, y la disponibilidad de recursos, también juegan roles cruciales en cómo se lleva a cabo el proyecto.

Este hallazgo también puede reflejar una estrategia de ajuste en la gestión de proyectos bajo condiciones inciertas. Las organizaciones pueden implementar medidas para acelerar el ritmo del proyecto cuando enfrentan incertidumbre, buscando compensar posibles desviaciones en la planificación inicial y adaptarse a los cambios en el entorno. Esta flexibilidad en la

ejecución puede ser una forma de mitigar los riesgos asociados con la incertidumbre empresarial y mantener el avance del proyecto en línea con los objetivos planificados.

Es relevante considerar que el aumento en el indicador SPI en respuesta a la incertidumbre puede no siempre ser positivo. Mientras que un ritmo más rápido podría indicar una adaptación efectiva, también podría implicar una posible sobrecarga de trabajo o ajustes apresurados que podrían afectar la calidad final del proyecto. Por lo tanto, es importante que las organizaciones gestionen cuidadosamente esta relación y evalúen cómo la aceleración del progreso impacta en otros aspectos del proyecto, como el cumplimiento de estándares de calidad y la satisfacción de los stakeholders.

La ecuación seis (E6), la cual indica que si aumenta la incertidumbre empresarial en una desviación estándar (L1), el presupuesto ejecutado tiende a disminuir (TOT_PE) en 0,42 desviaciones estándar en la dirección opuesta.

Este coeficiente de -0.42 sugiere que existe una relación inversa moderada entre la incertidumbre empresarial y el presupuesto ejecutado. Específicamente, cuando la incertidumbre en el entorno empresarial aumenta, las organizaciones tienden a reducir el presupuesto que efectivamente gastan en sus proyectos o actividades. Este ajuste puede ser una medida para mitigar el riesgo asociado con la falta de previsibilidad, donde las organizaciones prefieren ser más conservadoras con sus gastos en un entorno incierto.

Una posible interpretación de este hallazgo es que las organizaciones, al enfrentar una mayor incertidumbre, optan por ajustar sus presupuestos hacia abajo como una estrategia de precaución. Esta reducción en el presupuesto ejecutado puede ser una forma de conservar recursos y evitar comprometerse con gastos que podrían no ser justificables debido a las condiciones impredecibles del mercado. Al reducir el presupuesto, las organizaciones pueden mantener un mayor margen de maniobra financiero para adaptarse a posibles cambios y desafíos que puedan surgir.

Es importante considerar que la disminución en el presupuesto ejecutado no necesariamente implica una reducción en la calidad o el alcance del proyecto, sino que puede reflejar una estrategia de gestión de riesgos más conservadora. Las organizaciones podrían estar

ajustando su presupuesto para enfocarse en prioridades clave y evitar gastos innecesarios que podrían ser difíciles de justificar en un contexto incierto. Este enfoque puede ayudar a mantener la estabilidad financiera y garantizar que los recursos se utilicen de manera más eficiente bajo condiciones de incertidumbre.

Este resultado también destaca la importancia de la planificación financiera en el contexto de la incertidumbre empresarial. Las organizaciones deben estar preparadas para ajustar sus presupuestos en función de la variabilidad y los riesgos asociados con su entorno. Una adecuada gestión del presupuesto en situaciones de incertidumbre puede contribuir a una mayor flexibilidad y capacidad de respuesta, permitiendo a las organizaciones adaptarse mejor a las condiciones cambiantes y mantener la continuidad operativa.

Adicional a las ecuaciones anteriormente planteadas, el modelo evidencia que existe correlación entre todas las variables de entrada, y de la misma manera con las dos variables de salida también se observa correlación.

Para la construcción de Modelos de Ecuaciones Estructurales, se cuenta con la herramienta de bondad de ajuste, esta es crucial en el análisis de modelos de ecuaciones estructurales (SEM, por sus siglas en inglés). Este cuadro evalúa qué tan bien el modelo propuesto se ajusta a los datos observados, proporcionando índices y pruebas estadísticas que ayudan a determinar la validez del modelo (Kline, 2016).

- **Índice de Bondad de Ajuste (GFI):** Jöreskog & Sörbom, (1996), definen que el GFI es una medida que indica el ajuste general del modelo a los datos observados. Un GFI cercano a 1.0 sugiere un buen ajuste. Valores inferiores a 0.90 pueden indicar problemas con el modelo.
- **Índice de Ajuste Comparativo (CFI):** Bentler (1990), argumenta que el CFI compara el modelo propuesto con un modelo nulo. Valores superiores a 0.95 suelen considerarse indicativos de un buen ajuste.
- **Índice de Ajuste de Tucker-Lewis (TLI):** Según Tucker & Lewis (1973) similar al CFI, el TLI ajusta el índice en función del número de parámetros. Un TLI superior a 0.95 sugiere un buen ajuste del modelo.

- **Raíz del Error Cuadrático Medio de Aproximación (RMSEA):** Según Browne & Cudeck (1993) la RMSEA evalúa el ajuste del modelo considerando la complejidad del mismo. Valores inferiores a 0.06 generalmente indican un buen ajuste.
- **Error Estándar de la Aproximación (SEA):** Según MacCallum, Browne, & Sugawara (1996) el SEA proporciona una estimación del error en la RMSEA. Valores menores a 0.05 son deseables, indicando precisión en la estimación del ajuste.
- **Chi-Cuadrado (χ^2):** Según Byrne (2010) el χ^2 evalúa la discrepancia entre las matrices de covarianza observadas y las predicciones del modelo. Un valor de χ^2 no significativo sugiere un buen ajuste; sin embargo, este índice es sensible al tamaño de la muestra.
- **Índice de Ajuste de la Información de Akaike (AIC):** Según Akaike (1974) el AIC ajusta el ajuste del modelo en función del número de parámetros. Un menor AIC indica un modelo más parsimonioso con un buen ajuste.
- **Índice de Información Bayesiana (BIC):** Según Schwarz (1978) similar al AIC, el BIC penaliza la complejidad del modelo. Valores menores sugieren un mejor equilibrio entre ajuste y complejidad.
- **Índice de Bondad de Ajuste Aumentado (AGFI):** Según Jöreskog & Sörbom (1993) el AGFI ajusta el GFI para el número de grados de libertad del modelo. Un AGFI superior a 0.90 indica un buen ajuste.
- **Índice de Ajuste de la Información de Hannan-Quinn (HQIC):** Según Hannan & Quinn (1979) el HQIC ofrece una penalización menos severa por la complejidad del modelo en comparación con el BIC, favoreciendo modelos más complejos si el ajuste es adecuado.
- **Evaluación de Parámetros:** Según Hoyle (2012) para determinar si los parámetros del modelo son correctos, es fundamental analizar los coeficientes estandarizados y las pruebas de significancia. Los parámetros deben ser estadísticamente significativos y consistentes con la teoría subyacente del modelo.
- **Criterios de Ajuste de Modelos Alternativos:** Según Burnham & Anderson (2002) comparar el modelo propuesto con modelos alternativos puede proporcionar una perspectiva adicional sobre la bondad del ajuste. Modelos que explican mejor la variabilidad en los datos pueden ser preferibles.

- **Análisis de Residuos:** Según Kline (2016) la evaluación de los residuos, o la diferencia entre las covarianzas observadas y las esperadas, puede revelar discrepancias en el ajuste. Residuos grandes pueden indicar problemas con el modelo.
- **Estabilidad del Modelo:** Según Lee & Wong (2004) realizar análisis de sensibilidad o pruebas de robustez puede ayudar a determinar si los parámetros del modelo son estables y no excesivamente influenciados por pequeños cambios en los datos.
- **Validación Cruzada:** Según Efron & Tibshirani (1993) implementar técnicas de validación cruzada, como la partición de datos en conjuntos de entrenamiento y prueba, puede proporcionar evidencia adicional sobre la validez del modelo y sus parámetros.
- **Interpretable Coeficientes:** Según McDonald & Ho (2002) los coeficientes del modelo deben ser interpretables y tener sentido práctico. Un buen modelo no solo debe ajustar bien los datos, sino también ser comprensible y teóricamente sólido.
- **Pruebas de Ajuste Global:** Según Cudeck & Browne (1983) además de los índices de ajuste, realizar pruebas de ajuste global como el test de los residuos estandarizados puede proporcionar una evaluación detallada del ajuste del modelo.
- **Evaluación de la Parsimonia:** Según Bentler & Chou (1987) un modelo más parsimonioso, que explica la mayor parte de la variabilidad con el menor número de parámetros, es preferible. Sin embargo, debe mantenerse un equilibrio entre simplicidad y ajuste.
- **Consideraciones de la Muestra:** Según MacCallum, Browne, & Sugawara (1996) el tamaño de la muestra puede influir en los índices de ajuste y en la significancia de los parámetros. Es importante tener en cuenta el tamaño de la muestra al interpretar los resultados.
- **Adaptación del Modelo:** Según Kline (2016) si los índices de ajuste no son satisfactorios, puede ser necesario ajustar el modelo. Esto podría implicar añadir o eliminar parámetros, o modificar la estructura del modelo basándose en el análisis de ajuste y la teoría subyacente.

Para el SEM elaborado se contó con el siguiente resultado de bondad de ajuste (Figura 18), el cual se refiere a la evaluación de qué tan bien se ajusta el modelo a los datos observados,

de la misma manera, permite determinar si el modelo es adecuado para representar las relaciones entre las variables en estudio:

```
cov(e.CRON_SPI,e.TOT_PE)  .0054806  .1264336  0.04  0.965  -.2423248  .253286
```

LR test of model vs. saturated: $\chi^2(2) = 0.54$ Prob > $\chi^2 = 0.7642$

```
. estat gof, stats(all)
```

Fit statistic	Value	Description
Likelihood ratio		
chi2_ms(2)	0.538	model vs. saturated
p > chi2	0.764	
chi2_bs(15)	24.960	baseline vs. saturated
p > chi2	0.050	
Population error		
RMSEA	0.000	Root mean squared error of approximation
90% CI, lower bound	0.000	
upper bound	0.194	
pclose	0.787	Probability RMSEA <= 0.05
Information criteria		
AIC	-341.833	Akaike's information criterion
BIC	-295.053	Bayesian information criterion
Baseline comparison		
CFI	1.000	Comparative fit index
TLI	2.101	Tucker-Lewis index
Size of residuals		
SRMR	0.024	Standardized root mean squared residual
CD	0.751	Coefficient of determination

Figura 18. Bondad de ajuste

De acuerdo con los resultados obtenidos en la figura anterior de bondad de ajuste, el Modelo de Ecuaciones Estructurales es adecuado ya que los resultados se encuentran dentro de los parámetros ideales, los cuales se relacionan en la siguiente figura No. 19:

TABLA 1 ESTADÍSTICOS DE BONDAD DE AJUSTE Y CRITERIOS DE REFERENCIA		
Estadístico	Abreviatura	Criterio
Ajuste absoluto		
Chi-cuadrado	χ^2	Significación > 0,05
Razón Chi-cuadrado / grados de libertad	χ^2/gl	Menor que 3
Ajuste comparativo		
Índice de bondad de ajuste comparativo	CFI	$\geq 0,95$
Índice de Tucker-Lewis	TLI	$\geq 0,95$
Índice de ajuste normalizado	NFI	$\geq 0,95$
Ajuste parsimonioso		
Corregido por parsimonia	PNFI	Próximo a 1
Otros		
Índice de bondad de ajuste	GFI	$\geq 0,95$
Índice de bondad de ajuste corregido	AGFI	$\geq 0,95$
Raíz del residuo cuadrático promedio	RMR	Próximo a cero
Raíz del residuo cuadrático promedio de aproximación	RMSEA	< 0,08

Figura 19. Criterios de referencia de bondad de ajuste

Tomado de Ruiz, M. Pardo, A. San Martín, R. (2010). Modelos de Ecuaciones Estructurales. Papeles de Psicólogo. Sección Monográfica.

En atención a la tabla de comparación, este SEM está dentro de los parámetros ideales, y el modelo es capaz de explicar adecuadamente las relaciones entre las variables observadas en los datos, por lo tanto, es un modelo que presenta un ajuste adecuado. El SEM realizado maneja un nivel de confianza del 95%.

Análisis de Bondad de Ajuste:

LR Test of Model vs Saturated: Chi2 (2) : 0.54

De acuerdo a Bentler & Chou (1987) el test de razón de verosimilitud (LR) compara el ajuste del modelo propuesto con el modelo saturado, el cual es un modelo ideal que se ajusta perfectamente a los datos. En este caso, el valor del chi-cuadrado (χ^2) de 0.54 con 2 grados de libertad sugiere una discrepancia muy baja entre ambos modelos. Este valor es indicativo de que el modelo propuesto se ajusta bien a los datos en comparación con el modelo saturado. Dado que el χ^2 es bajo, es probable que el modelo no tenga problemas significativos de ajuste,

sugiriendo que las predicciones del modelo se alinean estrechamente con los datos observados.

Prob > Chi2: 0.7642

El valor p asociado al test de χ^2 es 0.7642, lo que es considerablemente mayor que el umbral común de 0.05. Esto indica que la diferencia entre el modelo propuesto y el modelo saturado no es estadísticamente significativa. En otras palabras, no hay evidencia suficiente para rechazar el modelo propuesto en favor del modelo saturado. De acuerdo a Kline (2016) un valor p alto es una buena señal de que el modelo propuesto ofrece un ajuste adecuado a los datos y que la discrepancia observada es poco significativa.

Chi2_bs (15): 24.960 Baseline vs Saturated

El valor de χ^2 de 24.960 con 15 grados de libertad sugiere que hay una cierta discrepancia entre el modelo base y el modelo saturado. Aunque este valor es relativamente alto, su interpretación depende del valor p asociado. Si el valor p es bajo, esto indicaría que la discrepancia es significativa y que el modelo base podría necesitar ajustes. En este caso, el valor p es 0.050, lo que está en el límite de significancia. Esto sugiere que la discrepancia es marginalmente significativa y que, aunque el modelo base se ajusta razonablemente a los datos, podría beneficiarse de ajustes adicionales para mejorar su adecuación.

p > Chi2: 0.050

El valor p de 0.050 asociado al chi-cuadrado de 24.960 con 15 grados de libertad sugiere que la discrepancia entre el modelo base y el modelo saturado está justo en el umbral de significancia estadística. Un valor p de 0.050 implica que la diferencia observada entre el ajuste del modelo base y el modelo saturado es marginalmente significativa, lo que sugiere que el modelo base podría no ajustarse perfectamente a los datos en comparación con el modelo saturado, que es el modelo ideal que se ajusta perfectamente. De acuerdo a lo expuesto por Byrne (2010) este resultado indica que, aunque el modelo base puede ser aceptable, hay indicios de que podría haber alguna discrepancia que merece consideración adicional.

Es importante interpretar este valor p en el contexto de otros índices de ajuste para obtener una evaluación completa de la bondad de ajuste del modelo. Mientras que un valor p justo en el límite de 0.050 puede señalar la necesidad de revisar y posiblemente ajustar el modelo base, otros índices como el CFI, RMSEA, y SRMR proporcionan una imagen más detallada del ajuste del modelo. Kline (2016) expone que la combinación de estos índices permite una evaluación más robusta, asegurando que la conclusión sobre la adecuación del modelo no se base únicamente en el valor p del chi-cuadrado.

RMSEA: 0.00

La raíz del error cuadrático medio de aproximación (RMSEA) de 0.00 indica un ajuste perfecto del modelo en relación con los datos. Este valor es extremadamente bajo y sugiere que el modelo propuesto captura adecuadamente la estructura de los datos sin errores significativos de aproximación. Según Browne & Cudeck (1993) la RMSEA es una medida clave que, en este caso, refuerza la impresión de un buen ajuste del modelo.

90% CO, Lower Bound: 0.000, Upper Bound: 0.194

El intervalo de confianza del 90% para la RMSEA, que va de 0.000 a 0.194, indica que, aunque el valor puntual de RMSEA es excelente, existe cierta incertidumbre sobre la precisión de la estimación. El límite superior del intervalo es relativamente amplio, lo que sugiere que el ajuste del modelo podría variar, pero sigue siendo aceptable. Esta información debe considerarse al interpretar la calidad del ajuste del modelo según MacCallum, Browne, & Sugawara (1996).

Pclose: 0.787

La probabilidad de que la RMSEA sea menor o igual a 0.05 (P_{close}) es 0.787, lo que indica una alta probabilidad de que el modelo tenga una RMSEA aceptablemente baja. Este valor refuerza la conclusión de que el modelo tiene un ajuste muy bueno a los datos. De acuerdo a Browne & Cudeck (1993) un P_{close} alto es una señal positiva que apoya la validez del ajuste del modelo.

AIC: -341.833

El criterio de información de Akaike (1974) (AIC) de -341.833 proporciona una medida de ajuste que penaliza la complejidad del modelo. Un valor más bajo de AIC sugiere un modelo que ofrece un mejor equilibrio entre ajuste y complejidad. En este caso, un AIC muy negativo indica que el modelo propuesto es parsimonioso y se ajusta bien a los datos, sin sobreajustar.

BIC: -295.053

El criterio de información bayesiano (BIC) de -295.053 también mide la bondad de ajuste, pero penaliza la complejidad del modelo de manera más severa que el AIC. Un BIC negativo sugiere que el modelo es robusto y proporciona un buen ajuste mientras mantiene la parsimonia. Según Schwarz (1978) la comparación de BIC con otros modelos puede ayudar a identificar el modelo más adecuado.

CFI: 1.000

El Índice de Ajuste Comparativo (CFI) de 1.000 es el valor más alto posible, indicando un ajuste perfecto del modelo en comparación con el modelo nulo. Este índice refuerza la impresión de que el modelo propuesto se ajusta extremadamente bien a los datos. Un CFI de 1.000 generalmente sugiere que el modelo es muy adecuado y captura adecuadamente la estructura de los datos de acuerdo a lo expuesto Bentler (1990).

TLI: 2.101

El Índice de Ajuste de Tucker y Lewis (1973) (TLI) de 2.101 es notablemente alto, lo que sugiere que el modelo propuesto tiene un ajuste excelente en comparación con un modelo nulo, ajustado por la complejidad del modelo. Valores superiores a 1.0 en TLI son raros y suelen indicar un ajuste superior, aunque es importante interpretar este valor en el contexto de otros índices y pruebas.

SRMR: 0.024

El Error Cuadrático Medio de Aproximación de Residuos Estándar (SRMR) de 0.024 es muy bajo, lo que indica que las diferencias entre las covarianzas observadas y las predicciones del

modelo son mínimas. Un SRMR bajo es una indicación fuerte de un buen ajuste del modelo, ya que muestra que los residuos estandarizados son pequeños y el modelo explica bien los datos de acuerdo a lo expuesto a Hu & Bentler (1999).

CD: 0.751

El Índice de Concordancia (CD) de 0.751 evalúa la calidad del ajuste del modelo, considerando tanto la magnitud de los residuos como la capacidad del modelo para predecir los datos observados. Un valor de CD cercano a 1.0 es deseable y en este caso, 0.751 indica un ajuste razonablemente bueno. Sin embargo, es útil comparar este índice con los valores de referencia y otros índices de ajuste para una evaluación más completa.

Los resultados del análisis de la bondad de ajuste del modelo indican una adecuación general muy positiva del modelo propuesto. El test de razón de verosimilitud (LR) muestra un valor de chi-cuadrado de 0.54 con 2 grados de libertad, lo que sugiere una discrepancia mínima entre el modelo propuesto y el modelo saturado. Este bajo valor de χ^2 , junto con un valor p de 0.7642, indica que la diferencia entre los modelos no es estadísticamente significativa, reforzando la conclusión de que el modelo se ajusta adecuadamente a los datos.

El índice de ajuste más crítico, la raíz del error cuadrático medio de aproximación (RMSEA), muestra un valor de 0.00, indicando un ajuste perfecto sin errores significativos de aproximación. El intervalo de confianza del 90% para la RMSEA, que varía de 0.000 a 0.194, respalda esta conclusión al incluir el valor ideal de 0.00 dentro del intervalo. Además, la alta probabilidad P_{close} de 0.787 refuerza la certeza de que el ajuste del modelo es aceptablemente bueno, ya que la probabilidad de que la RMSEA sea menor o igual a 0.05 es alta.

En términos de índices de ajuste comparativo, el CFI de 1.000 y el TLI de 2.101 reflejan un ajuste excelente. Un CFI de 1.000 es el valor máximo posible, sugiriendo que el modelo se ajusta perfectamente en comparación con el modelo nulo. El TLI, que supera el valor de 1.0, también indica un ajuste superior, aunque valores superiores a 1.0 deben ser interpretados con cautela y en contexto. Estos índices destacan la calidad del ajuste del modelo en comparación con alternativas más simples.

Los criterios de información de Akaike (AIC) y Bayesiano (BIC) también apoyan la adecuación del modelo, con valores de -341.833 y -295.053 respectivamente. Estos valores negativos sugieren que el modelo proporciona un buen equilibrio entre ajuste y complejidad. Un AIC y un BIC bajos indican que el modelo es parsimonioso y ajusta bien a los datos sin ser innecesariamente complejo, lo que es favorable en la evaluación de modelos estadísticos.

Por último, el Error Cuadrático Medio de Aproximación de Residuos Estándar (SRMR) de 0.024 y el Índice de Concordancia (CD) de 0.751 refuerzan la conclusión de un buen ajuste. Un SRMR bajo indica que las diferencias entre las covarianzas observadas y las predicciones del modelo son mínimas, mientras que un CD de 0.751 sugiere un ajuste razonablemente bueno. En conjunto, estos resultados proporcionan una imagen integral de la calidad del ajuste del modelo, mostrando que el modelo propuesto es una representación adecuada de los datos observados.

5. Discusión

De acuerdo con los resultados obtenidos en la estimación del Modelo de Ecuaciones Estructurales propuesto, se estimaron los siguientes coeficientes estandarizados, los cuales permiten expresar la relación en términos de una ecuación que conecta una variable dependiente con una independiente. Los autores Pardo Merino y Ruiz Día (2005), plantean que los coeficientes Beta (coeficientes de regresión parcial estandarizados) son los coeficientes que definen la ecuación de regresión cuando esta se obtiene tras estandarizar las

variables originales, se obtiene de la siguiente manera $\beta_1 = B_1 (S_x / S_y)$.

De acuerdo al planteamiento de estos autores, estos pueden ser utilizados para decidir si un determinado coeficiente de regresión es significativamente distinto de cero, y en consecuencia si la variable independiente está significativamente relacionada con la dependiente.

Es importante resaltar, que teniendo en cuenta que los datos obtenidos en las bases de datos son de diferentes años, y de acuerdo a los autores Kumar y Upadhaya (2017) la independencia de las observaciones no es un supuesto de los Modelos de Ecuaciones Estructurales.

La primera parte del modelo donde se encuentran las variables de entrada y la variable latente, hace referencia a un modelo medurado, como lo indica el autor Barbosa, J.A:

El objetivo es únicamente medir constructos latentes basados en variables observadas, en el análisis factorial exploratorio, los constructos (o factores) se forman basados únicamente en procedimientos estadísticos y sus constituciones son desconocido para el investigador o analista en momentos previos al análisis, el análisis factorial confirmatorio se presta para confirmar o no una teoría de medición previa. (Barbosa, J.A., 2018, p. 49)

En esta primera parte, se podrá estimar el nivel de incidencia que existen entre variables a través de la varianza, la cual en términos estadísticos es una medida estadística que se utiliza para cuantificar la dispersión o variabilidad de un conjunto de datos.

De acuerdo con los resultados presentados en el capítulo anterior, se confirma la hipótesis planteada de cómo los riesgos, el presupuesto, el recurso humano y el marco normativo tienen una relación con la incertidumbre empresarial y a su vez ésta incide con el cumplimiento de los objetivos empresariales en relación a dos variables claves de salida que son cronograma y presupuesto.

Los resultados obtenidos confirman que el modelo desarrollado cumple satisfactoriamente con el objetivo general de analizar la incertidumbre empresarial y sus efectos en la planeación estratégica de proyectos de inversión. La investigación se centró en el caso del proyecto Empresa Metro de Bogotá, y el modelo ajustado demuestra su capacidad para explicar cómo la incertidumbre empresarial influye en la planeación estratégica.

En atención a lo anterior se confirma lo que plantean autores como Drucker (1985), que confirma también la relación entre estas dos variables, y resalta la importancia de mantener flexibilidad en la planificación estratégica dentro de un entorno incierto. Sostuvo que las organizaciones deben adoptar una mentalidad de "planificación para lo incierto" y estar

preparadas para modificar sus estrategias frente a cambios inesperados en el mercado. Por otro lado, Mintzberg (1994) señaló que la incertidumbre en la planificación estratégica no puede ser eliminada por completo, y que las organizaciones deben ser flexibles y adaptables en su enfoque.

También esta relación es confirmada mediante los planteamientos dados por Wright y Goodwin (1999), Wright y Goodwin (2009), Stewart (2005), Montibeller (2011) y Schroeder, Lambert (2011), Walker, Harremoes, Rotmans, Van der Sluijs, Van Asselt, Janssen y Von Krauss (2003), Sommer, Loch y Dong (2009), entre otros que están relacionados en el estado del arte del presente proyecto de investigación.

El análisis revela que la incertidumbre empresarial tiene un impacto significativo en los riesgos percibidos en el proyecto, cumpliendo así con el primer objetivo específico de analizar las generalidades de la incertidumbre empresarial.

El segundo objetivo específico, que busca estimar la incidencia de los riesgos organizacionales en la incertidumbre empresarial, se cumple con la evidencia del modelo. El modelo muestra que la incertidumbre empresarial tiene una influencia notable en la percepción de riesgos, confirmando que una gestión efectiva de riesgos puede mitigar parte de la incertidumbre. Esta información es esencial para adaptar estrategias y políticas en respuesta a los riesgos identificados, contribuyendo a una mejor planificación y toma de decisiones en el contexto del proyecto.

En particular, el modelo muestra que el 29% de la variabilidad en la percepción de los riesgos se debe a la incertidumbre empresarial. Este hallazgo resalta que, aunque la incertidumbre empresarial influye considerablemente en los riesgos, no es el único factor. Otros elementos también contribuyen a la percepción de riesgos, como los cambios en el entorno económico y regulatorio. La relación positiva identificada entre incertidumbre empresarial y riesgos indica que a medida que aumenta la incertidumbre, también lo hace la percepción de riesgos, lo que valida la importancia de gestionar la incertidumbre en la planeación estratégica.

En atención a lo anterior, se confirma que existe una relación entre la variable riesgos e incertidumbre como lo han planteado los autores Almeida, Teixeira, Mira da Silva y

Faroleiro (2019), Knight (1921), Bernstein (1996), Taleb (2007), Porter (1980), Kaplan y Norton (1996), Horngren (2006), entre otros autores contemplados en el estado del arte.

En relación con el presupuesto comprometido, el modelo confirma que existe una relación inversa significativa entre la incertidumbre empresarial y el presupuesto. El coeficiente de estandarización negativo de -0.78 indica que a medida que aumenta la incertidumbre empresarial, el presupuesto comprometido tiende a disminuir en un 78%. Este resultado subraya la importancia de la incertidumbre empresarial en la toma de decisiones financieras y sugiere que las organizaciones tienden a reducir los compromisos presupuestarios en respuesta a la incertidumbre, ajustando así sus estrategias financieras.

En atención a lo anterior, se confirma que existe una relación entre la variable presupuesto comprometido e incertidumbre como lo han planteado los autores Hope y Fraser (2003), Hull (2012), Lencioni (2002), Hubbard (2009), Ittner y Larcker (2003), Shank y Govindarajan (1987), Baiman (1982), Merchant y Van der Stede (2017), entre otros autores contemplados en el estado del arte.

El análisis también aborda el impacto de la incertidumbre empresarial en el recurso humano. El coeficiente de estandarización de 0.0095 revela una relación extremadamente débil entre la incertidumbre empresarial y el recurso humano. Esto sugiere que, aunque la incertidumbre empresarial tiene algún impacto en la gestión de los recursos humanos, su efecto es mínimo en comparación con otros factores. Este hallazgo puede estar influenciado por el tamaño de la muestra o la baja rotación de personal en el caso del proyecto analizado.

En atención a lo anterior, se confirma que existe una relación entre la variable recurso humano e incertidumbre como lo han planteado los autores Ulrich (1996), Sparrow y Cooper (2012), Pfeffer (1998), Rousseau (2000), Senge (1990), Kotter (1996) y otros autores contemplados en la revisión de literatura.

El impacto de la incertidumbre empresarial en el marco normativo también se examina en el modelo. El coeficiente de estandarización de 0.079 muestra una relación significativa pero modesta entre la incertidumbre empresarial y el marco normativo. Esto indica que, aunque el marco normativo se ve afectado por la incertidumbre, otros factores pueden jugar un papel

más relevante en la gestión de la incertidumbre empresarial en el contexto específico del proyecto de inversión.

En atención a lo anterior, se confirma que existe una relación entre la variable marco normativo e incertidumbre como lo han planteado los autores Williamson (1985), North (1990), Scott (1995), DiMaggio y Powell (1983), Suchman (1995), Teece, Pisano, y Shuen (1997), Dacin, Goodstein, y Scott (2002), Barley (1996), Armstrong, A. C., & Shimizu (2007) y otros autores contemplados en la revisión de literatura.

En cuanto al impacto de la incertidumbre empresarial en los resultados del cronograma del proyecto siendo esta una variable de la planeación estratégica, el coeficiente estandarizado de 0.5 indica una relación moderada entre la incertidumbre y el desempeño del proyecto. Este resultado sugiere que un aumento en la incertidumbre puede estar asociado con una mayor flexibilidad y capacidad para abordar desafíos imprevistos, lo que puede contribuir a mantener o mejorar el desempeño del proyecto a pesar de las dificultades.

En atención a lo anterior, se confirma que existe una relación entre la variable cronograma del proyecto e incertidumbre como lo han planteado los autores Nelson y Winter (1982), Porter (1985), Christensen (1997), Kerzner (2017) y Hillson y Murray (2002).

El modelo también revela que la incertidumbre empresarial tiene una relación negativa moderada con el presupuesto ejecutado siendo esta la otra variable de la planeación estratégica, con un coeficiente estandarizado de -0.42. Esto sugiere que las organizaciones tienden a reducir el presupuesto en respuesta a la incertidumbre, adoptando una estrategia de cautela para mitigar los riesgos financieros asociados con un entorno incierto. Este ajuste presupuestario es crucial para mantener la viabilidad financiera del proyecto en condiciones de alta incertidumbre.

En atención a lo anterior, se confirma que existe una relación entre la variable presupuesto ejecutado del proyecto e incertidumbre como lo han planteado los autores Keynes (1936), Von Neumann y Morgenstern (1944), Akerlof (1970) y Hillson (2001).

Además, los resultados del modelo permiten una comprensión integral de cómo las variables de entrada, como riesgos, presupuesto, recurso humano y marco normativo, se correlacionan

con las variables de salida, como el avance del proyecto y el presupuesto ejecutado. Esta correlación proporciona una visión clara de cómo la incertidumbre empresarial impacta en diversas áreas del proyecto y ayuda a identificar las variables más significativas para la gestión efectiva de la incertidumbre.

El modelo propuesto sirve como una herramienta gerencial valiosa para analizar la incertidumbre empresarial en relación con las variables observables y de salida (planeación estratégica). Esta herramienta permite a las organizaciones adaptar sus estrategias y políticas para gestionar mejor la incertidumbre, mejorar la toma de decisiones y reducir la volatilidad en el desarrollo de proyectos. Su aplicabilidad a diferentes contextos y proyectos asegura una comprensión específica del entorno empresarial y facilita la formulación de estrategias adaptativas para mitigar los impactos negativos de la incertidumbre.

En resumen, los resultados del análisis de bondad de ajuste muestran que el modelo propuesto no solo se ajusta bien a los datos, sino que también cumple con los objetivos de investigación planteados. La precisión del ajuste del modelo y los valores positivos en los índices de bondad de ajuste refuerzan la validez del modelo en la evaluación de la incertidumbre empresarial y su impacto en la planeación estratégica de proyectos. De acuerdo a Byrne (2010) esta validación proporciona una base sólida para la aplicación del modelo en la práctica y para la toma de decisiones informadas en contextos similares.

La interpretación de los datos también sugiere que el modelo puede ser utilizado para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en el campo de la gestión de la incertidumbre empresarial. Según MacCallum, Browne, & Sugawara (1996) la capacidad del modelo para proporcionar estimaciones precisas y confiables de los efectos de los riesgos, el presupuesto, el recurso humano y el marco normativo en la incertidumbre empresarial es un recurso valioso para los gestores y estrategas que buscan optimizar la planeación estratégica de proyectos.

En conclusión, los resultados obtenidos no solo cumplen con los objetivos establecidos, sino que también ofrecen una herramienta eficaz para la comprensión y gestión de la incertidumbre empresarial. La robustez del modelo y su capacidad para proporcionar una visión detallada y precisa de los factores que influyen en la incertidumbre empresarial

confirman su utilidad en la planeación estratégica y en la toma de decisiones en contextos de inversión y gestión de proyectos.

La tesis titulada "Modelo de Análisis de la Incertidumbre Empresarial para Proyectos de Inversión" ofrece varias contribuciones significativas al campo de la gestión de proyectos y la teoría de la incertidumbre empresarial. En primer lugar, el desarrollo de un modelo gráfico que estructura la incertidumbre empresarial en categorías analíticas detalladas como riesgos, presupuesto, recursos humanos y marco regulatorio, proporciona una herramienta novedosa para los investigadores y profesionales. Este enfoque permite un análisis más granular y preciso de los factores que influyen en la incertidumbre empresarial, facilitando una mejor toma de decisiones en el ámbito de la inversión.

En segundo lugar, la implementación de un Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM) para evaluar el impacto de la incertidumbre empresarial en variables clave como el presupuesto ejecutado y el progreso del cronograma de proyectos de inversión es una contribución metodológica importante. Este enfoque cuantitativo no solo valida las relaciones entre variables críticas, sino que también ofrece coeficientes estandarizados que pueden ser utilizados por los gestores de proyectos para identificar áreas de riesgo y oportunidad.

Otra contribución relevante es la creación de bases de datos históricas detalladas que abarcan riesgos, presupuesto, recursos humanos y el marco regulatorio en la Empresa Metro de Bogotá. Este esfuerzo de recopilación y depuración de datos proporciona un recurso valioso para futuros estudios y para la aplicación práctica del modelo en otros contextos similares. La calidad y consistencia de estos datos aseguran la fiabilidad de los resultados obtenidos, fortaleciendo las conclusiones de la investigación.

Además, el modelo propuesto en la tesis ofrece una herramienta gerencial práctica para el análisis y la gestión de la incertidumbre empresarial en proyectos de inversión. Al proporcionar estrategias específicas para gestionar factores críticos, la tesis no solo contribuye al conocimiento académico, sino que también tiene una aplicación directa en la práctica empresarial. Esto facilita una mejor planificación estratégica y una toma de decisiones más informada, ayudando a mitigar los impactos negativos de la incertidumbre.

6. Conclusiones

En primer lugar, con respecto a las variables de entrada, se concluye que existe una relación significativa entre los riesgos de un proyecto de inversión y la incertidumbre empresarial. El resultado obtenido de la ecuación 1 (E1) es crucial para analizar la relación entre riesgo e incertidumbre en el contexto de proyectos de inversión. En particular, el 29% de la variabilidad en la categoría observable de riesgos (TOT_RIE) se explica por la variable latente "incertidumbre empresarial". Este hallazgo indica que la incertidumbre empresarial tiene una influencia destacada sobre los riesgos percibidos, aunque también sugiere la existencia de otros factores que contribuyen al restante 71% de la variabilidad.

La relación positiva observada implica que, a medida que la incertidumbre empresarial aumenta, la percepción de riesgos tiende a intensificarse. En otras palabras, un incremento en los eventos impredecibles, como cambios en el entorno económico, regulaciones, avances tecnológicos, competencia, factores políticos y geopolíticos, o preferencias del consumidor, contribuye a un mayor nivel de riesgo en el proyecto de inversión. Este hecho subraya la importancia de gestionar adecuadamente la incertidumbre empresarial para mitigar los riesgos en la toma de decisiones estratégicas.

El coeficiente de estandarización de 0.29 refleja una relación significativa entre la incertidumbre empresarial y los riesgos percibidos. No obstante, la variabilidad en los riesgos no puede explicarse completamente solo por la incertidumbre empresarial, lo que sugiere la presencia de otros factores que también influyen en la percepción de riesgos. Este hallazgo resalta la utilidad del modelo en la toma de decisiones empresariales, ya que permite a las organizaciones ajustar sus estrategias y políticas frente a un entorno empresarial cambiante.

En cuanto a la ecuación 2 (E2), se confirma que existe una relación inversa significativa entre el presupuesto comprometido y la incertidumbre empresarial. El coeficiente de estandarización negativo de -0.78 indica que, a medida que la incertidumbre empresarial crece, el presupuesto comprometido tiende a disminuir en un 78%. Este resultado resalta la influencia determinante de la incertidumbre empresarial en la toma de decisiones financieras y la asignación de recursos dentro de la organización.

Este hallazgo se explica por el hecho de que, en contextos de alta incertidumbre, las organizaciones tienden a reducir sus compromisos presupuestarios como una medida de precaución frente a los riesgos financieros. El presupuesto comprometido se ve afectado por eventos imprevistos que generan incertidumbre, lo que puede obligar a las empresas a suspender o replantear su ejecución financiera. La fuerte relación inversa sugiere que las organizaciones adoptan estrategias adaptativas ante la incertidumbre, ajustando sus políticas para mitigar los posibles impactos financieros.

En relación a la ecuación 3 (E3), se confirma la existencia de una relación débil entre la incertidumbre empresarial y la gestión del recurso humano. El coeficiente de estandarización de 0.0095 indica que solo el 0.95% de la variabilidad en el recurso humano se explica por la influencia de la incertidumbre empresarial. Este hallazgo sugiere que la incertidumbre empresarial tiene un impacto limitado en la rotación del personal y en la gestión de recursos humanos dentro de la organización.

Una posible explicación es que el tamaño de la muestra de la Empresa Metro de Bogotá, junto con la baja rotación observada en los datos recopilados, puede haber influido en este resultado. Además, es probable que otros factores o variables tengan un impacto mucho mayor en la incertidumbre empresarial y que el recurso humano juegue un papel menor en este contexto.

La ecuación 4 (E4) confirma que existe una relación significativa, pero modesta, entre la incertidumbre empresarial y el "marco normativo". El coeficiente de estandarización de 0.079 indica que el 7.9% de la variabilidad en el marco normativo se puede atribuir a la incertidumbre empresarial. Este resultado sugiere que la incertidumbre influye en la configuración del marco normativo de la organización, pero no es el factor más determinante. Otros factores pueden jugar un papel más relevante en la gestión de la incertidumbre en las empresas.

En cuanto a la ecuación 5 (E5), se confirma que existe una relación directa moderada entre la incertidumbre empresarial y los resultados de los objetivos estratégicos relacionados con el cronograma del proyecto de inversión. Un coeficiente estandarizado de 0.5 sugiere que, a medida que aumenta la incertidumbre empresarial, el desempeño del proyecto, medido por

el SPI, tiende a mejorar. Este resultado puede explicarse por la flexibilidad y el esfuerzo adicional necesarios para abordar los desafíos imprevistos que surgen en proyectos con alta incertidumbre.

La ecuación 6 (E6) indica una relación inversa moderada entre la incertidumbre empresarial y el presupuesto ejecutado, con un coeficiente estandarizado de -0.42. Esto sugiere que, en contextos de alta incertidumbre, las organizaciones tienden a reducir el presupuesto ejecutado para protegerse contra los riesgos financieros. Este ajuste presupuestario es una medida cautelar adoptada por las empresas para mitigar los efectos de la incertidumbre económica y operativa.

El modelo también revela correlaciones entre variables como riesgo, presupuesto, recurso humano y marco normativo como variables de entrada, y el Indicador de Desempeño del Proyecto (SPI) y el presupuesto ejecutado como variables de salida. Esta correlación demuestra que, en proyectos de inversión, la gestión adecuada de estas variables es crucial para optimizar los resultados.

7. Contribuciones y futuras líneas de investigación

La tesis doctoral sobre la gestión de la incertidumbre empresarial ha aportado valiosas contribuciones al conocimiento teórico en el campo de la investigación de la incertidumbre y su impacto en la planeación estratégica. Primero, el desarrollo de un modelo específico multivariable para analizar la incertidumbre empresarial en el contexto de proyectos de inversión ha permitido una comprensión más profunda de cómo diversos factores afectan la percepción y gestión de la incertidumbre. Este modelo no solo proporciona un marco teórico robusto sino que también ha demostrado su aplicabilidad en un caso real, el proyecto Empresa Metro de Bogotá, ofreciendo un ejemplo tangible de cómo se pueden integrar diversos elementos en un análisis de incertidumbre.

En términos de conocimiento teórico, el estudio ha contribuido significativamente a la literatura existente al proporcionar una visión detallada de la relación entre la incertidumbre empresarial y las variables clave como los riesgos, el presupuesto, el recurso humano y el

marco normativo. La identificación de una relación positiva entre la incertidumbre y los riesgos, así como la relación inversa entre la incertidumbre y el presupuesto comprometido, añade una capa de comprensión sobre cómo estos elementos interactúan en contextos de alta incertidumbre. Estos hallazgos enriquecen el cuerpo teórico al mostrar que, aunque la incertidumbre puede amplificar la percepción de riesgos y reducir el presupuesto, su impacto en otros aspectos, como el recurso humano, puede ser limitado.

Una contribución clave de la investigación es la identificación de cómo la incertidumbre empresarial afecta específicamente la planeación estratégica de proyectos de inversión. Al demostrar que un aumento en la incertidumbre empresarial puede llevar a una mayor flexibilidad en el cronograma del proyecto y una reducción en el presupuesto ejecutado, el estudio ofrece una perspectiva práctica sobre cómo las organizaciones pueden ajustar sus estrategias de acuerdo con las condiciones inciertas. Esta contribución es esencial para la teoría de la gestión de riesgos, proporcionando evidencia empírica que apoya la necesidad de estrategias adaptativas y flexibles en entornos empresariales dinámicos.

La tesis también introduce un modelo que facilita la evaluación de la influencia de la incertidumbre empresarial en el desempeño de proyectos de inversión. La capacidad del modelo para ofrecer estimaciones precisas sobre cómo diferentes variables afectan la incertidumbre empresarial y, a su vez, los resultados del proyecto, mejora el conocimiento teórico sobre la integración de estas variables en la gestión de proyectos. Este enfoque teórico-práctico ayuda a aclarar cómo las variables observables y latentes se relacionan entre sí y con el desempeño del proyecto, aportando claridad a la teoría de gestión de la incertidumbre.

Desde una perspectiva gerencial, los hallazgos de la investigación proporcionan herramientas prácticas para la toma de decisiones en la gestión de proyectos. Al comprender la relación entre la incertidumbre y factores como el presupuesto y los riesgos, las organizaciones pueden diseñar estrategias más efectivas para mitigar los impactos negativos de la incertidumbre. Por ejemplo, el modelo sugiere que las organizaciones deben ser cautelosas con los compromisos presupuestarios en entornos inciertos, adaptando sus estrategias financieras para protegerse contra posibles fluctuaciones y cambios en el entorno empresarial.

La investigación también resalta la importancia de considerar múltiples factores al gestionar la incertidumbre empresarial. El hallazgo de que el impacto de la incertidumbre en el recurso humano es limitado sugiere que las organizaciones deben centrar sus esfuerzos en áreas donde la incertidumbre tiene un impacto más significativo, como los riesgos y el presupuesto. Esto permite a los gestores priorizar recursos y esfuerzos de manera más eficiente, enfocándose en aspectos críticos que realmente afectan el desempeño del proyecto.

Además, el estudio contribuye a la mejora del conocimiento sobre cómo el marco normativo puede influir en la incertidumbre empresarial. Aunque el impacto directo del marco normativo fue modesto, la investigación destaca la necesidad de integrar el contexto regulatorio en la planificación estratégica. Esto implica que las organizaciones deben estar atentas a los cambios regulatorios y adaptar sus estrategias para minimizar el impacto de las nuevas regulaciones en la incertidumbre empresarial.

El modelo propuesto en la tesis proporciona una base sólida para futuras investigaciones en el área de la gestión de la incertidumbre. Al ofrecer un enfoque cuantitativo para analizar las relaciones entre incertidumbre y variables clave, el estudio sienta las bases para investigaciones adicionales que puedan explorar otros contextos, industrias o tipos de proyectos. Este enfoque puede ser adaptado y ampliado para abordar diferentes dimensiones de la incertidumbre y sus efectos en la gestión estratégica.

Finalmente, la tesis demuestra cómo un modelo teórico bien fundamentado puede ser aplicado prácticamente para mejorar la gestión de proyectos. La capacidad del modelo para adaptar las estrategias de planificación y presupuesto en respuesta a la incertidumbre ofrece una guía práctica para los gestores. Al implementar las recomendaciones basadas en los hallazgos de la investigación, las organizaciones pueden enfrentar de manera más efectiva los desafíos asociados con la incertidumbre y mejorar su capacidad para cumplir con los objetivos estratégicos de los proyectos.

En resumen, la tesis doctoral ha realizado importantes contribuciones al conocimiento teórico y práctico en el campo de la gestión de la incertidumbre. Al proporcionar un modelo detallado y empíricamente validado, el estudio ofrece nuevas perspectivas sobre cómo gestionar la incertidumbre empresarial y sus efectos en la planeación estratégica, mejorando así la

capacidad de las organizaciones para tomar decisiones informadas y adaptativas en entornos inciertos.

Las futuras líneas de investigación derivadas de esta tesis son múltiples y prometedoras. Una dirección importante es la aplicación y validación del modelo en diferentes contextos industriales y geográficos. Ampliar el alcance del modelo más allá del caso de estudio de la Empresa Metro de Bogotá permitirá evaluar su robustez y adaptabilidad en diferentes entornos empresariales, lo que podría conducir a ajustes y mejoras en la estructura del modelo.

Otra línea de investigación interesante sería explorar la integración de nuevas variables en el modelo, tales como la tecnología y la innovación, que también pueden influir significativamente en la incertidumbre empresarial. Examinar cómo estos factores adicionales interactúan con las variables existentes podría proporcionar una visión más completa y dinámica del entorno empresarial actual.

Además, se podría investigar el impacto de políticas gubernamentales y cambios macroeconómicos en la incertidumbre empresarial y su gestión en proyectos de inversión. Este enfoque permitiría entender cómo factores externos más amplios afectan la incertidumbre y qué medidas pueden ser implementadas a nivel organizacional para contrarrestar estos efectos.

La evolución de la inteligencia artificial y el análisis de grandes datos también abre nuevas posibilidades para mejorar el modelo propuesto. Futuras investigaciones podrían centrarse en cómo estas tecnologías emergentes pueden ser utilizadas para mejorar la precisión y la capacidad predictiva del modelo, proporcionando a los gestores de proyectos herramientas aún más poderosas para enfrentar la incertidumbre.

Finalmente, la investigación futura podría enfocarse en el desarrollo de manuales y guías prácticas basadas en el modelo, para su implementación en empresas de diversos tamaños y sectores. La creación de estos recursos prácticos facilitaría la adopción del modelo en la industria, promoviendo una gestión más efectiva de la incertidumbre empresarial en proyectos de inversión a nivel global.

8. Bibliografía

- Achim, K., Elmar, L., y Marc, N., ((2011). *Integrated Strategic Planning of Global Production Networks and Financial Hedging under Uncertain Demands and Exchange Rates*. Business Research.
- Akerlof, G.A. (1970). *The Market for 'Lemons': Quality Uncertainty and the Market Mechanism*. Quarterly Journal of Economic.
- Akaike, H. (1974). *A new look at the statistical model identification*. IEEE Transactions on Automatic Control
- Almeida, R., Teixeira, J. M., Mira da Silva, M., y Faroleiro, P. (2019). *A conceptual model for enterprise risk management*. Journal of Enterprise Information Management.
- Andía, V. (2012). *Manual de Costos y Presupuestos*. Librería Editorial, El saber.
- Ansoff, H. (2007). *Strategic management*. Springer.
- Arbulú, I.; Razumova, M., Maqueira; J. y Sastre, F. (2021). *Measuring risks and vulnerability of tourism to the COVID-19 crisis in the context of extreme uncertainty: The case of the Balearic Islands*. Tourism Management Perspectives.
- Armstrong, A. C., & Shimizu, K. (2007). *A Review of Approaches to Empirical Research on the Resource-Based View of the Firm*. Journal of Management.
- Aven, T., Zio, E. (2011). *Algunas consideraciones sobre el tratamiento de las incertidumbres en la evaluación de riesgos para la toma de decisiones prácticas*. Reliability Engineering & System Safety.
- Baiman, S. (1982). *Discussion of uncertainty and quality of information in a multi-period setting*. Journal of Accounting Research.
- Barbosa, J.A (2018). *Modelo de equações estruturais: uma introdução aplicada*. Escola Nacional de Administração Pública.

- Barley, S. R. (1996). *Technicians in the Workplace: Ethnographic Evidence for Bringing Work into Organizational Studies*. Administrative Science Quarterly.
- Barney, J. (1997). *Firm Resources and Sustained Competitive Advantage*. Oxford University Press.
- Becker, G. (1964) *Human Capital*. New York (Estados Unidos), Columbia University Press for the National Bureau of Economic Research.
- Bentler, P. M. (1990). *Comparative fit indexes in structural models*. Psychological Bulletin.
- Bernstein, P.L. (1996). *Against the Gods: The Remarkable Story of Risk*. John Wiley & Sons.
- Bogotá, E. M. (2017). *Convenio de Cofinanciación para el Sistema de Servicio Público Urbano de Transporte Masivo de Pasajeros de Bogotá*. Pagina Web Empresa Metro de Bogotá.
- Bollen, K. A. (1989). *Structural Equations with Latent Variables*. Wiley.
- Bradfield, R., Wright, G., Burt, G., Cairns, G., y Van der Heijden. K. (2005). *The origins and evolution of scenario techniques in long range business planning*. Futures.
- Browne, M. W., & Cudeck, R. (1993). *Alternative ways of assessing model fit*. En K. A.
- Buehring, J., y Bishop, P. (2020). *Foresight and Design: New Support for Strategic Decision Making*. Tongji University and Tongji Univer.
- Bulygin, E y Mendonca, D. (2005). *Normas y sistemas normativos*. Marcial Pons.
- Burbano, R y Ortiz, G (1995). *Presupuestos: Enfoque moderno de planeación y control de recursos*. Santa fe de Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Interamericana, S.A.
- Burnham, K. P., & Anderson, D. R. (2002). *Model selection and multimodel inference: A practical information-theoretic approach*. Springer
- Byrne, B. M. (2010). *Structural Equation Modeling with AMOS: Basic Concepts, Applications, and Programming*. Routledge

- Camagni, R., Capello, R., & Nijkamp, P. (1998). *Towards sustainable city policy: an economy-environment technology nexus*. Ecological economics.
- Chaib, H.; Lababidi, R.; Colak, M. y Mumin, D. (2020). *Contingency effects of firm structure and environmental uncertainty on strategic planning process and firm performance: Evidence from UAE enterprises*. Wiley.
- Christensen, C. (1997). *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. Management of Innovation and Change.
- Christensen, C.M. (2024). *The Innovator's Solution Revisited*. Harvard Business Review Press.
- Collins, J. y Lazier, B. (2023). *Beyond Entrepreneurship 2.0*. HarperCollins.
- Concejo de Bogotá, D. (2020). *Acuerdo No. 761 DE 2020 "Por medio del cual se adopta el plan de desarrollo económico*.
<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/listados/tematica2.jsp?subtema=34218&#:~:text=Acuerdo%20761%20de%202020%20Concejo,la%20Bogot%C3%A1%20del%20Siglo%20XXI%20>.
- Cudeck, R., & Browne, M. W. (1983). *Cross-validation of covariance structures*. Sociological Methods & Research.
- Dacin, M. T., Goodstein, J., & Scott, W. R. (2002). *Institutional Theory and Institutional Change: Introduction to the Special Research Forum*. Academy of Management Journal.
- DiMaggio, P. J., & Powell, W. W. (1983). *The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields*. American Sociological Review.
- Drucker, P. (1985). *Innovation and Entrepreneurship: Practice and Principles*. HarperCollins Publishers.

- Efron, B., & Tibshirani, R. J. (1993). *An introduction to the bootstrap*. CRC Press.
- Eppen, G. D., Martin, R. K., & Schrage, L. (1989). *OR practice—a scenario approach to capacity planning*. Operations research.
- Furr, N. (2020). *Don't let uncertainty paralyze you*. Harvard Business Review.
- Galbraith, J. (1973). *Diseño de organizaciones complejas*. Addison-Wesley, Reading, MA.
- Glaister, K.W., y Falshaw, J.R. (1999). *Strategic planning: Still going strong?*. Long Range Planning.
- González, J. I. (2020). *Planeación e incertidumbre*. Revista de Economía Institucional.
- Greiner, R., Puig, J., Huchery, C., Collier, N., y Garnett, E. (2014). *Scenario modelling to support industry strategic planning and decision making*. Environmental Modelling and Software.
- Grobe, C. (2019). *Sources of uncertainty in Swedish emergency response planning*. Journal of Risk Research.
- Guide, A. (2021). *Project management body of knowledge (pmbok® guide)*. In Project Management Institute.
- Gurkov, I. (2010). *Strategy techniques for the times of high uncertainty*. Journal for East European Management Studies.
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M (2016). *A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)*. SAGE Publications.
- Hannan, E. J., & Quinn, B. G. (1979). *The determination of the order of an autoregression*. Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological).
- Hazır, O. y Ulusoy, G. (2020). *A classification and review of approaches and methods for modeling uncertainty in projects*. International Journal of Production Economics.

- HBR,. (2023). *Managing Uncertainty in Business: Insights and Case Studies*. Harvard Business Review.
- Heidegger, M. (1927). *Ser y Tiempo*. Max Niemeyer Verlag.
- Hernández, M. M. (2012). *Estimación de incertidumbres*. Revista Española de Metrología.
- Hillson, D. y Murray, R. (2002). *Understanding and Managing Risk Attitude*. A Gower Book.
- Ho, C. (1989). *Evaluación del impacto de los entornos operativos en el nerviosismo del sistema MRP*. International Journal of Production Research.
- Hope, J. y Fraser, R. (2003). *Beyond Budgeting: How Managers Can Break Free from the Annual Performance Trap*. Harvard Business School Press.
- Horngren, C., Sundem, G. y Stratton, W. (2006). *Contabilidad Administrativa*. Pearson Educación.
- Hoyle, R. H. (2012). *Structural equation modeling: Concepts, issues, and applications*. Sage Publications
- Hubbard, G.W. (2009). *The Failure of Risk Management: Why It's Broken and How to Fix It*. John Wiley & Sons.
- Huefner, R.J. (2008). *The role of accounting information in revenue management*. JA Largay III - Business Horizons.
- Hull, J.C. (2012). *Risk Management and Financial Institutions*. John Wiley & Sons.
- International Project Management Association IPMA. (2015). Individual Competence Baseline for Project, programme Portfolio Management.
- Ittner, C.D. y Larcker, D.F. (2003). *Are Nonfinancial Metrics Good Leading Indicators of Future Financial Performance? An Empirical Analysis of Customer Satisfaction*. The Accounting Review.

- Jauch, L. R., & Kraft, K. L. (1986). *Strategic management of uncertainty*. Academy of management review.
- Jöreskog, K. G., & Sörbom, D. (1993). *LISREL 8: Structural equation modeling with the SIMPLIS command language*. Scientific Software International.
- Jöreskog, K. G., & Sörbom, D. (1996). *LISREL 8: User's reference guide*. Scientific Software International.
- Kahneman, D. y Sibony, O. (2021). *Noise: A Flaw in Human Judgment*. Little, Brown and Company.
- Kaplan, R.S. y Norton, D.P. (1996). *The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action*. Harvard Business Review Press
- Kaplan, R.S. y Mikes, A. (2023). *Managing Risks: A New Framework*. Harvard Business Review.
- Kerzner, H. (2017). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. Wiley.
- Kirchner, M., Mitter, H., Schneider, U. A., Sommer, M., Falkner, K., & Schmid, E. (2021). *Uncertainty concepts for integrated modeling-Review and application for identifying uncertainties and uncertainty propagation pathways*. Environmental Modelling & Software.
- Kline, R. B. (2016). *Principles and practice of structural equation modeling*. Guilford Publications.
- Knight, F.H. (1921). *Risk, Uncertainty, and Profit*. Hart, Schaffner & Marx
- Koh, S. C. L., Gunasekaran, A., & Saad, S. M. (2005). *A business model for uncertainty management*. Benchmarking: An International Journal.
- Koontz, H., Weihrich, H., & O'Donnell, C. (1991). *Elementos de administración*. McGraw-Hill

- Kotter, J.P. (1996). *Leading Change*. Harvard Business Review Press
- Kumar, S. y Upadhaya, U. (2017). *Structure equation modeling basic assumptions and concepts: a novices guide*. International Journal of Quantitative and Qualitative Research Methods.
- Langfield-Smith, K. (2005). *What do we know about management control systems and strategy?*. Oxford University Press.
- Lechner, P. y Gatzert, N. (2017). *Determinants and value of enterprise risk management: empirical evidence from Germany*. The European Journal of Finance.
- Lee, K. H., & Wong, Y. S. (2004). *Evaluating model stability in structural equation modeling*. Structural Equation Modeling
- Lempert, RJ, Popper, SW, Bankes, SC, (2010). *Toma de decisiones robustas: hacer frente a incertidumbre*. Futurista.
- Lencioni, P. (2002). *The Five Dysfunctions of a Team*. Jossey-Bass.
- Lo, A.W. (2017). *Adaptive Markets: Financial Evolution at the Speed of Thought*. Princeton University Press.
- MacCallum, R. C., Browne, M. W., & Sugawara, H. M. (1996). *Power analysis and determination of sample size for covariance structure modeling*. Psychological Methods.
- Martin, R.L. (2022). *When More Is Not Better: Overcoming America's Obsession with Economic Efficiency*. Harvard Business Review Press
- Maynard Keynes, J. (1936). *The General Theory of Employment, Interest and Money*. Martino Fine Books.
- Mejía, C., Agudelo, I., Soto, O. (2016). *Scenario planning: A case study in a Colombian logistics consulting firm*. Estudios Gerenciales.

- Merchant, K.E y Van der Stede, W.A. (2017). *Management Control Systems: Performance Measurement, Evaluation and Incentives*. Pearson.
- Mintzberg, H. (1994). *The Rise and Fall of Strategic Planning*. Free Press.
- Montibeller, G. Franco, L.A. (2011). *Elevando el listón: análisis estratégico de decisiones multicriterio*. Revista de la Sociedad de Investigación Operativa.
- Mula, J., Poler, R., García, JP., y Lario, FC. (2006). *Models for production planning under uncertainty: A review*. International Journal of Production Economics.
- Muñoz, D. F., & Muñoz, D. F. (2010). *Planeación y control de proyectos con diferentes tipos de precedencias utilizando simulación estocástica*. Información tecnológica.
- Nadia Ugalde Binda, F. B. (2013). *Investigación cuantitativa e investigación cualitativa: buscando las ventajas de las diferentes metodologías de investigación*. Ciencias Económicas.
- Navarro, I. (2005). *Capital Humano: Su Definición y Alcances en el Desarrollo Local y Regional*. Archivos Analíticos de Políticas Educativas.
- Navarro, M.; Soria, J. y Valenzuela, L. (2019). *A Heuristic Approach for Exploring Uncertainties in Transport Planning Research*. Planning Theory & Practice.
- Nelson., R. y Winter, S. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. The Belknap Press.
- Newman, P., & Kenworthy, J. (1999). *Sustainability and cities: overcoming automobile dependence*. Island press.
- Nora, S. (2018). *Formulación de presupuestos*. Presupuesto maestro.
- North, D. C. (1990). *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge University Press.

- Office of Government Commerce. (2009). *Managing successful projects with PRINCE2*. The Stationery Office.
- Oliver, J. J., & Parrett, E. (2018). *Managing future uncertainty: Reevaluating the role of scenario planning*. Business Horizons.
- Ouchi, W.G. (1981). *Theory Z: How American Business Can Meet the Japanese Challenge*. Addison-Wesley Publishing Company.
- Palmer, T. B., & Wiseman, R. M. (1999). *Decoupling risk taking from income stream uncertainty: A holistic model of risk*. Strategic Management Journal.
- Pamplona, F. (2014). *Ontología del ser social o antropología filosófica. Una reflexión sobre el materialismo y la naturaleza humana*. Revista del CIECAS-IPN.
- Pardo Merino, A. y Ruiz Diaz, M.A. (2005). *Análisis de datos con SPSS 13 Base*. McGraw-Hill / Interamericana.
- Parra, M. E. (2013). *Planeación estratégica un pilar de la gestión empresarial*. El buzón de Paciolo.
- Pearce, J.A., Freeman, E.B., Robinson, R.B., (1987). *The tenuous link between formal strategic planning and financial performance*. Academy of Management Review.
- Peper, E. (2024). *The Uncommon World*. Self-Published
- Pfeffer, J. (1998). *The Human Equation: Building Profits by Putting People First*. Harvard Business School Press.
- Phadnis S.S., (2012). *Influencing managerial cognition and decisions using scenarios for long-range planning*. Engineering Systems Division, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA.
- Porter, M.E. (1980). *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*. The Free Press.

- Porter, M.E. (1985). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. GF Books, Inc.
- Qin, H. (2022). *Decision-making under uncertainty for buildings exposed to environmental hazards*. Journal of Safety Science and Resilience.
- Quintero, J.S. (2003). *Estrategia integral para pymes innovadoras*. Revista EAN (47).
- Ritchie, BW y Jiang, Y. (2019). *Una revisión de la investigación sobre riesgo turístico, crisis y desastre Gestión: Lanzamiento de la colección seleccionada de Annals of Tourism Research sobre gestión de riesgos, crisis y desastres turísticos*. Anales de Investigación Turística, 79. Sastre.
- Rockefeller, J.D. (1909). *Random Reminiscences of Men and Events*. Doubleday, Page & Company.
- Rousseau, D.M. (2000). *Psychological Contracts in the Workplace: Understanding the Ties that Motivate*. Sage Publications.
- Ruiz, A., García, J. y Mesa, J. (2010). *Error, incertidumbre, precisión y exactitud, términos asociados a la calidad espacial del dato geográfico*. CICUM.
- Ruiz, F. A. G., & Romero, R. E. R. (2009). *Caracterización y análisis de modelos de evaluación económica de proyectos de inversión bajo incertidumbre*. Revista ingeniería industrial.
- Ruiz, M. Pardo, A. San Martin, R. (2010). *Modelos de Ecuaciones Estructurales*. Papeles de Psicólogo. Sección Monográfica.
- Ryu, K., & Lee, H. (2015). *The Use of Structural Equation Modeling in Management Research: A Review and Considerations*. Journal of Management.
- Sabet, E., Yazdani, B., Kian, R., & Galanakis, K. (2020). *A strategic and global manufacturing capacity management optimisation model: A Scenario-based multi-stage stochastic programming approach*. Omega.

- Schroeder, M.J. Lambert, J.H. (2011). *Análisis de criterios múltiples basado en escenarios para los impactos y la planificación de las políticas de infraestructura*. Journal of Risk Research.
- Schumacker, R. E., & Lomax, R. G. (2010). *A Beginner's Guide to Structural Equation Modeling*. Routledge
- Schwarz, G. (1978). *Estimating the dimension of a model*. The Annals of Statistics
- Schwartz, P. (1991). *The Art of the Long View: Planning for the Future in an Uncertain World*. Doubleday, Nueva York.
- Scott, W. R. (1995). *Institutions and Organizations: Ideas, Interests, and Identities*. Sage Publications.
- Senge, P. (1990). *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*. Doubleday/Currency.
- Shank; J. y Govindarajan, V. (1987). *Strategic Cost Management: The New Tool for Competitive Advantage*. Free Press.
- Shiftan, Y.; Kaplan, S. y Hakkert, S. (2003). *Scenario building as a tool for planning a sustainable transportation system*. Transportation Research Part D.
- Silaen, P., & Williams, R. (2009). *Management control systems: a model for R&D units*. Accounting Research Journal.
- Simohammed, A. y Smail, R. (2021). *A decision loop for situation risk assessment under uncertainty: A case study of a gas facility*. Petroleum.
- Sommer, S. C., Loch, C. H., & Dong, J. (2009). *Managing complexity and unforeseeable uncertainty in startup companies: An empirical study*. Organization Science.
- Sparrow, P. y Cooper, C.L. (2012). *The Science of Managing Uncertainty: A Practical Guide to Managing Change in Turbulent Times*. Kogan Page

- Star, J. (2007). *Growth Scenarios: Tools to resolve Leaders' Denial and Paralysis*. Strategy & Leadership.
- Stewart TJ (2005). *Manejo de incertidumbres en MCDA*. En: Figueira J, Greco S y Ehrgott M (eds). *Análisis de Decisión de Criterio Múltiple: Encuestas de Estado del Arte*. Springer: Nueva York.
- Stokes, D., & Wilson, N. (2010). *Small business management and entrepreneurship*. Cengage Learning EMEA.
- Suchman, M. C. (1995). *Managing Legitimacy: Strategic and Institutional Approaches*. Academy of Management Review.
- Switzer, A., Bertolini, L., & Grin, J. (2013). *Transitions of mobility systems in urban regions: A heuristic framework*. Journal of Environmental Policy & Planning.
- Taleb, N.N. (2007). *Obra The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable*. Random House.
- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). *Dynamic Capabilities and Strategic Management*. Strategic Management Journal.
- Tucker, L. R., & Lewis, C. (1973). *A reliability coefficient for maximum likelihood factor analysis*. Psychometrika.
- Ulrich, D. (1996). *Human Resource Champions*. Harvard Business Review Press
- Vecchiato, R. (2012). *Environmental uncertainty, foresight and strategic decision making: An integrated study*. Technological Forecasting and Social Change.
- Von Neumann, J. y Morgenstern, O. (1944). *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press.
- Walker, W. E., Harremoës, P., Rotmans, J., Van Der Sluijs, J. P., Van Asselt, M. B., Janssen, P., & Kreyer von Krauss, M. P. (2003). *Defining uncertainty: a conceptual basis for uncertainty management in model-based decision support*. Integrated assessment.

- Walker, WE, Marchau, VAWJ, Kwakkel, JH, (2013). *Uncertainty in the Framework of Policy Evaluation: Theory and Practice*. Kluwer Academic Publishers
- Walker, WE, Thissen, WAH (1993). *Public Policy Analysis: New Developments*. Kluwer Academic Publishers.
- Weick, K.E. (1995). *Sensemaking in Organizations*. Sage Publications.
- Williamson, O. E. (1985). *The Economic Institutions of Capitalism*. Free Press.
- Wright G y Goodwin P (1999). *Pensamiento centrado en el futuro: Combinar la planificación de escenarios con el análisis de decisiones*. J Multicriterio Decis Anal.
- Wright G y Goodwin P (2009). *Análisis de decisiones para el juicio de la gerencia (4ª ed.)*. John Wiley & Sons, Chichester.
- Yin, R.K. (2018). *Case Study Research and Applications: Design and Methods*. SAGE Publications.
- Zheng, E. Z. H., & de Carvalho, M. M. (2016). *Managing uncertainty in projects: a review, trends and gaps*. Gestão e Projetos: GeP.

9. Anexo 1 Tabla de presupuesto comprometido.

Año	Mes	Funcionamiento	Inversión	Total programado	Total de presupuesto comprometido de funcionamiento	Total de presupuesto comprometido de inversión	Total presupuesto comprometido	% De avance en comprometer el presupuesto planeado
2019	Enero	\$ 8.096.865.432,60	\$ 278.245.715.482,80	\$ 286.342.580.915,40	28%	23%	23%	-0,10000
	Febrero	\$ 9.612.969.059,00	\$ 283.790.157.322,00	\$ 293.403.126.381,00	33%	24%	24%	0,00572
	Marzo	\$ 10.825.385.846,00	\$ 289.527.279.015,00	\$ 300.352.664.459,00	38%	24%	24%	0,00563
	Abril	\$ 14.731.525.850,00	\$ 291.830.911.615,00	\$ 308.562.447.463,00	51%	24%	25%	0,00593
	Mayo	\$ 15.823.960.755,00	\$ 300.114.726.670,00	\$ 315.938.687.425,00	55%	25%	26%	0,00760
	Junio	\$ 17.062.657.058,00	\$ 309.877.697.800,00	\$ 326.940.354.858,00	59%	26%	26%	0,00891
	Julio	\$ 18.633.355.228,00	\$ 313.368.788.765,00	\$ 332.002.143.993,00	65%	26%	27%	0,00410
	Agosto	\$ 19.954.471.711,00	\$ 322.484.589.513,00	\$ 342.439.061.224,00	69%	27%	28%	0,00846
	Septiembre	\$ 21.207.711.008,00	\$ 332.334.441.090,00	\$ 353.542.152.098,00	74%	28%	29%	0,00900
	Octubre	\$ 22.935.765.379,00	\$ 348.357.493.453,00	\$ 371.293.258.832,00	80%	29%	30%	0,01438
	Noviembre	\$ 23.792.469.189,00	\$ 362.516.751.615,00	\$ 386.309.220.804,00	83%	30%	31%	0,01217
	Diciembre	\$ 27.041.905.702,00	\$ 499.567.362.298,00	\$ 526.609.268.000,00	94%	41%	41%	0,11566
2020	Enero	\$ 6.203.544.727,00	\$ 445.403.176.290,00	\$ 451.606.721.017,00	17%	30%	29%	-0,13440
	Febrero	\$ 11.349.128.443,00	\$ 448.518.461.088,00	\$ 459.867.589.531,00	31%	30%	30%	0,00535
	Marzo	\$ 14.242.962.765,00	\$ 459.037.879.522,00	\$ 473.280.842.287,00	39%	30%	31%	0,00868
	Abril	\$ 16.713.103.622,00	\$ 463.651.944.415,00	\$ 480.365.048.037,00	45%	31%	31%	0,00458
	Mayo	\$ 18.516.945.811,00	\$ 586.392.755.217,00	\$ 604.909.701.028,00	50%	39%	39%	0,08059
	Junio	\$ 22.477.972.669,00	\$ 586.392.755.217,00	\$ 608.870.727.886,00	61%	39%	39%	0,00256
	Julio	\$ 24.576.150.205,00	\$ 611.761.214.934,00	\$ 636.337.365.139,00	67%	41%	41%	0,01777
	Agosto	\$ 26.119.342.261,00	\$ 625.525.783.496,00	\$ 651.645.125.757,00	71%	41%	42%	0,00991
	Septiembre	\$ 27.671.880.610,00	\$ 675.570.809.834,00	\$ 703.242.690.444,00	75%	45%	46%	0,03339
	Octubre	\$ 29.055.900.610,00	\$ 696.956.815.165,00	\$ 726.012.715.775,00	79%	46%	47%	0,01473
	Noviembre	\$ 30.552.517.383,00	\$ 714.386.228.180,00	\$ 744.938.745.563,00	83%	47%	48%	0,01225
	Diciembre	\$ 34.163.565.125,00	\$ 755.398.239.591,00	\$ 789.561.804.716,00	93%	50%	51%	0,02888
2021	Enero	\$ 7.723.703.448,00	\$ 645.446.368.517,00	\$ 653.170.071.965,00	18%	61%	59%	0,07929
	Febrero	\$ 9.965.487.158,00	\$ 649.637.331.279,00	\$ 659.602.818.437,00	23%	61%	60%	0,00581
	Marzo	\$ 13.755.030.072,00	\$ 633.221.855.775,00	\$ 646.976.885.847,00	31%	60%	58%	-0,01141
	Abril	\$ 16.858.128.922,00	\$ 733.452.596.187,00	\$ 750.310.725.109,00	39%	69%	68%	0,09337
	Mayo	\$ 19.568.155.500,00	\$ 729.324.026.230,00	\$ 748.892.181.730,00	45%	69%	68%	-0,00128
	Junio	\$ 22.442.874.390,00	\$ 766.617.384.823,00	\$ 789.060.259.213,00	51%	72%	71%	0,03630
	Julio	\$ 23.939.712.603,00	\$ 804.216.950.418,00	\$ 828.156.663.021,00	55%	76%	75%	0,03533
	Agosto	\$ 26.295.016.820,00	\$ 815.125.150.524,00	\$ 841.420.167.344,00	60%	77%	76%	0,01199
	Septiembre	\$ 31.050.581.067,00	\$ 858.002.144.972,00	\$ 889.052.726.039,00	71%	81%	80%	0,04304
	Octubre	\$ 32.894.165.537,00	\$ 889.356.897.898,00	\$ 922.251.063.435,00	75%	84%	83%	0,03000
	Noviembre	\$ 35.641.527.553,00	\$ 952.644.260.464,00	\$ 988.285.788.015,00	82%	90%	89%	0,05967
	Diciembre	\$ 41.622.513.917,00	\$ 1.039.886.085.127,00	\$ 1.081.508.599.044,00	95%	98%	98%	0,08424
2022	Enero	\$ 6.596.977.202,00	\$ 809.784.071.123,00	\$ 816.381.048.325,00	10%	77%	73%	-0,25216
	Febrero	\$ 14.438.196.481,00	\$ 1.007.867.293.297,00	\$ 1.022.305.489.778,00	21%	95%	91%	0,18290
	Marzo	\$ 17.669.362.467,00	\$ 1.008.733.690.094,00	\$ 1.026.403.052.561,00	26%	95%	91%	0,00364
	Abril	\$ 20.640.814.165,00	\$ 1.011.184.097.632,00	\$ 1.031.824.911.797,00	30%	96%	92%	0,00482
	Mayo	\$ 23.580.547.911,00	\$ 1.019.700.281.849,00	\$ 1.043.280.829.760,00	34%	96%	93%	0,01017
	Junio	\$ 30.303.603.740,00	\$ 1.041.151.412.058,00	\$ 1.071.455.015.798,00	44%	99%	95%	0,02502
	Julio	\$ 34.890.036.072,00	\$ 1.080.486.782.297,00	\$ 1.115.376.818.369,00	51%	102%	99%	0,03901
	Agosto	\$ 38.538.705.028,00	\$ 1.091.206.514.055,00	\$ 1.129.745.219.083,00	56%	103%	103%	0,01276
	Septiembre	\$ 41.796.511.840,00	\$ 1.111.422.635.682,00	\$ 1.153.219.147.522,00	61%	105%	102%	0,02085
	Octubre	\$ 46.295.092.607,00	\$ 1.149.765.085.118,00	\$ 1.196.060.177.725,00	67%	109%	106%	0,03805
	Noviembre	\$ 49.679.493.741,00	\$ 1.176.104.421.845,00	\$ 1.225.783.915.586,00	72%	111%	109%	0,02640
	Diciembre	\$ 67.933.644.565,00	\$ 1.211.418.886.809,00	\$ 1.279.352.531.374,00	98%	115%	114%	0,04758

10. Anexo 2 Tabla de presupuesto ejecutado.

Año	Mes	Gastos de funcionamiento	Inversión	Total ejecutado	Total de presupuesto ejecutado de funcionamiento	Total de presupuesto ejecutado de inversión	Total de presupuesto ejecutado
2019	Enero	\$ 1.099.962.063,00	\$ 516.952.030,00	\$ 1.616.914.093,00	14%	0%	0,56%
	Febrero	\$ 3.110.802.580,00	\$ 17.073.944.944,00	\$ 20.184.747.524,00	32%	6%	6,88%
	Marzo	\$ 4.527.804.164,00	\$ 23.991.450.442,00	\$ 28.519.254.606,00	42%	8%	9,50%
	Abril	\$ 6.051.100.637,00	\$ 35.347.671.705,00	\$ 41.398.772.342,00	41%	12%	13,50%
	Mayo	\$ 7.645.709.858,00	\$ 50.594.656.005,00	\$ 58.240.365.863,00	48%	17%	18,43%
	Junio	\$ 11.532.428.315,00	\$ 60.434.611.353,00	\$ 71.967.039.668,00	68%	20%	22,01%
	Julio	\$ 13.503.002.843,00	\$ 69.552.186.528,00	\$ 83.055.189.371,00	72%	22%	25,02%
	Agosto	\$ 15.177.154.505,00	\$ 82.357.124.618,00	\$ 97.534.279.123,00	76%	26%	28,48%
	Septiembre	\$ 16.894.108.610,00	\$ 95.262.592.630,00	\$ 112.156.701.240,00	80%	29%	31,72%
	Octubre	\$ 18.483.211.430,00	\$ 108.908.263.160,00	\$ 127.391.474.590,00	81%	31%	34,31%
	Noviembre	\$ 20.164.814.291,00	\$ 114.580.292.219,00	\$ 134.745.106.510,00	85%	32%	34,88%
	Diciembre	\$ 23.397.953.096,00	\$ 176.643.893.468,00	\$ 200.041.846.564,00	87%	35%	37,99%
2020	Enero	\$ 1.151.330.578,00	\$ 141.203.060,00	\$ 1.292.533.638,00	19%	0%	0,29%
	Febrero	\$ 3.587.901.042,00	\$ 4.172.543.718,00	\$ 7.760.444.760,00	32%	1%	1,69%
	Marzo	\$ 8.507.157.827,00	\$ 17.671.241.248,00	\$ 26.178.399.075,00	60%	4%	5,53%
	Abril	\$ 10.067.350.291,00	\$ 30.832.110.135,00	\$ 40.899.460.426,00	60%	7%	8,51%
	Mayo	\$ 11.859.825.120,00	\$ 49.211.716.032,00	\$ 61.071.541.152,00	64%	8%	10,10%
	Junio	\$ 14.225.136.665,00	\$ 63.483.743.313,00	\$ 77.708.879.978,00	63%	11%	12,76%
	Julio	\$ 16.611.439.070,00	\$ 77.673.039.086,00	\$ 94.284.478.156,00	68%	13%	14,82%
	Agosto	\$ 18.635.244.433,00	\$ 97.759.295.414,00	\$ 116.394.539.847,00	71%	16%	17,86%
	Septiembre	\$ 20.453.463.193,00	\$ 208.860.836.489,00	\$ 229.314.299.682,00	74%	31%	32,61%
	Octubre	\$ 24.918.006.728,00	\$ 233.802.938.523,00	\$ 258.720.945.251,00	86%	34%	35,64%
	Noviembre	\$ 26.921.351.159,00	\$ 275.682.831.428,00	\$ 302.604.182.587,00	88%	39%	40,62%
	Diciembre	\$ 30.531.735.569,00	\$ 341.045.099.972,00	\$ 371.576.835.541,00	89%	45%	47,06%
2021	Enero	\$ 1.154.403.069,00	\$ 435.173.558,00	\$ 1.589.576.627,00	15%	0%	0,24%
	Febrero	\$ 4.008.193.575,00	\$ 5.030.163.558,00	\$ 9.038.357.133,00	40%	1%	1,37%
	Marzo	\$ 6.518.426.578,00	\$ 35.321.789.029,00	\$ 41.840.215.607,00	47%	6%	6,47%
	Abril	\$ 8.470.724.901,00	\$ 63.431.700.119,00	\$ 71.902.425.020,00	50%	9%	9,58%
	Mayo	\$ 10.619.125.065,00	\$ 109.933.753.023,00	\$ 120.552.878.088,00	54%	15%	16,10%
	Junio	\$ 14.490.463.022,00	\$ 151.996.091.893,00	\$ 166.486.554.915,00	65%	20%	21,10%
	Julio	\$ 17.030.782.506,00	\$ 185.781.905.141,00	\$ 202.812.687.647,00	71%	23%	24,49%
	Agosto	\$ 18.840.207.586,00	\$ 246.560.394.943,00	\$ 265.400.602.529,00	72%	30%	31,54%
	Septiembre	\$ 21.008.832.397,00	\$ 296.143.852.599,00	\$ 317.152.684.996,00	68%	35%	35,67%
	Octubre	\$ 23.718.754.538,00	\$ 369.065.697.816,00	\$ 392.784.452.354,00	72%	41%	42,59%
	Noviembre	\$ 29.971.686.760,00	\$ 431.791.747.811,00	\$ 461.763.434.571,00	84%	45%	46,72%
	Diciembre	\$ 36.066.529.099,00	\$ 551.653.280.551,00	\$ 587.719.809.650,00	87%	53%	54,34%
2022	Enero	\$ 2.542.445.798,00	\$ 1.665.330.848,00	\$ 4.207.776.646,00	39%	0%	0,52%
	Febrero	\$ 7.001.200.267,00	\$ 14.829.686.630,00	\$ 21.830.886.897,00	48%	1%	2,14%
	Marzo	\$ 11.119.673.595,00	\$ 52.379.639.537,00	\$ 63.499.313.132,00	63%	5%	6,19%
	Abril	\$ 14.531.967.675,00	\$ 72.326.310.632,00	\$ 86.858.278.307,00	70%	7%	8,42%
	Mayo	\$ 18.078.376.020,00	\$ 116.327.135.117,00	\$ 134.405.511.137,00	77%	11%	12,88%
	Junio	\$ 22.599.158.493,00	\$ 139.759.416.505,00	\$ 162.358.574.998,00	75%	13%	15,15%
	Julio	\$ 27.039.148.284,00	\$ 184.284.199.366,00	\$ 211.323.347.650,00	77%	17%	18,95%
	Agosto	\$ 31.387.426.992,00	\$ 225.533.935.901,00	\$ 256.921.362.893,00	81%	21%	22,74%
	Septiembre	\$ 36.187.323.398,00	\$ 261.663.746.177,00	\$ 297.851.069.575,00	87%	24%	25,83%
	Octubre	\$ 40.173.868.427,00	\$ 468.028.611.687,00	\$ 508.202.480.114,00	87%	41%	42,49%
	Noviembre	\$ 43.840.157.853,00	\$ 521.713.537.276,00	\$ 565.553.695.129,00	88%	44%	46,14%
	Diciembre	\$ 51.801.141.206,00	\$ 598.989.565.830,00	\$ 650.790.707.036,00	76%	49%	50,87%

11. Anexo 3 Tabla de riesgos.

Año	Mes	Total	Riesgos de Gestión									Categoría del riesgo				Cantidad de riesgos que Cambiaron	Porcentaje de cambios en los riesgos
			Contratación	Cumplimiento	Estratégico	Financiero	Imagen	Operativo	Seguridad digital	Tecnológicos	Corrupción	Bajo	Moderado	Alto	Extremo		
2019	1	123	3	8	10	4	5	62	10	3	18	63	27	26	8	123	100%
	2	123	3	8	10	4	5	62	10	3	18	63	27	26	8	0	0%
	3	123	3	8	10	4	5	62	10	3	18	63	27	26	8	0	0%
	4	125	5	8	10	4	5	62	10	3	18	64	27	26	8	2	2%
	5	133	5	11	10	4	5	62	10	3	23	68	29	28	8	8	6%
	6	150	5	11	10	4	5	78	10	4	23	77	32	31	9	17	11%
	7	150	5	11	10	4	5	78	10	4	23	77	32	31	9	0	0%
	8	152	5	13	10	4	5	78	10	4	23	78	33	32	9	2	1%
	9	154	5	13	10	6	5	78	10	4	23	79	33	32	10	2	1%
	10	161	6	16	10	6	5	78	10	4	26	82	35	34	10	7	4%
	11	161	6	16	10	6	5	78	10	4	26	82	35	34	10	0	0%
	12	162	7	16	10	6	5	78	10	4	26	83	35	34	10	1	1%
2020	1	162	7	16	10	6	5	78	10	4	26	83	35	34	10	0	0%
	2	162	7	16	10	6	5	78	10	4	26	83	35	34	10	0	0%
	3	162	7	16	10	6	5	78	10	4	26	83	35	34	10	0	0%
	4	100	12	6	7	1	2	44	4	6	18	9	29	44	18	-62	-62%
	5	99	12	6	7	1	2	42	4	6	19	8	27	45	19	-1	-1%
	6	99	12	6	7	1	2	42	4	6	19	8	27	45	19	0	0%
	7	102	12	6	9	1	2	42	4	6	20	9	26	45	22	3	3%
	8	98	12	6	9	1	2	41	3	4	20	8	25	43	22	-4	-4%
	9	98	12	6	9	1	2	41	3	4	20	8	25	43	22	0	0%
	10	98	12	7	9	1	2	40	3	4	20	8	26	42	22	0	0%
	11	85	4	7	9	1	2	35	3	4	20	8	23	35	19	-13	-15%
	12	85	4	7	9	1	2	35	3	4	20	8	23	35	19	0	0%
2021	1	85	4	7	9	1	2	35	3	4	20	8	23	35	19	0	0%
	2	85	4	7	9	1	2	35	3	4	20	8	23	35	19	0	0%
	3	85	4	7	9	1	2	35	3	4	20	8	23	35	19	0	0%
	4	85	4	7	9	1	2	35	3	4	20	8	23	35	19	0	0%
	5	85	4	7	9	1	2	35	3	4	20	8	23	35	19	0	0%
	6	85	4	7	9	1	2	35	3	4	20	8	23	35	19	0	0%
	7	85	4	7	9	1	2	35	3	4	20	8	23	35	19	0	0%
	8	85	4	7	9	1	2	35	3	4	20	8	23	35	19	0	0%
	9	85	4	7	9	1	2	35	3	4	20	8	23	35	19	0	0%
	10	90	4	7	9	1	2	40	3	4	20	8	28	35	19	5	6%
	11	90	4	7	9	1	2	40	3	4	20	8	28	35	19	0	0%
	12	90	4	7	9	1	2	40	3	4	20	8	28	35	19	0	0%
2022	1	86	4	7	9	1	2	41	3	4	15	13	22	36	15	-4	-5%
	2	86	4	7	9	1	2	41	3	4	15	13	22	36	15	0	0%
	3	87	4	10	2	10	4	29	5	2	21	4	35	15	33	1	1%
	4	87	4	10	2	10	4	29	5	2	21	4	35	15	33	0	0%
	5	87	4	10	2	10	4	29	5	2	21	4	35	15	33	0	0%
	6	87	4	10	2	10	4	29	5	2	21	4	35	15	33	0	0%
	7	87	4	10	2	10	4	29	5	2	21	4	35	15	33	0	0%
	8	87	4	10	2	10	4	29	5	2	21	4	35	15	33	0	0%
	9	86	4	9	2	10	4	29	5	2	21	3	35	15	33	-1	-1%
	10	86	4	9	2	10	4	29	5	2	21	3	35	15	33	0	0%
	11	86	4	9	2	10	4	29	5	2	21	3	35	15	33	0	0%
	12	86	4	9	2	10	4	29	5	2	21	3	35	15	33	0	0%

12. Anexo 4 Tabla de Marco normativo.

Año	Mes	Normas vigentes	Número de normas que se incluyeron	Porcentaje de modificación normativa	Documentos vigentes	Documentos modificados	Porcentaje de modificación de documentos	Total de Marco Normativo	Número de cambios	Porcentaje de marco normativo
2019	1	421	9	0,02	7	7	100%	428	16	0,04
2019	2	432	11	0,03	11	4	36%	443	15	0,03
2019	3	477	45	0,09	17	6	35%	494	51	0,10
2019	4	455	-22	-0,05	21	4	19%	476	-18	-0,04
2019	5	466	11	0,02	27	6	22%	493	17	0,03
2019	6	477	11	0,02	30	3	10%	507	14	0,03
2019	7	488	11	0,02	42	12	29%	530	23	0,04
2019	8	503	15	0,03	55	13	24%	558	28	0,05
2019	9	515	12	0,02	60	5	8%	575	17	0,03
2019	10	527	12	0,02	70	10	14%	597	22	0,04
2019	11	541	14	0,03	82	12	15%	623	26	0,04
2019	12	544	3	0,01	102	20	20%	646	23	0,04
2020	13	551	7	0,01	120	18	15%	671	25	0,04
2020	14	556	5	0,01	129	9	7%	685	14	0,02
2020	15	570	14	0,02	135	6	4%	705	20	0,03
2020	16	589	19	0,03	160	25	16%	749	44	0,06
2020	17	600	11	0,02	168	8	5%	768	19	0,02
2020	18	611	11	0,02	180	12	7%	791	23	0,03
2020	19	611	0	0,00	194	14	7%	805	14	0,02
2020	20	620	9	0,01	232	38	16%	852	47	0,06
2020	21	636	16	0,03	255	23	9%	891	39	0,04
2020	22	648	12	0,02	258	3	1%	906	15	0,02
2020	23	655	7	0,01	273	15	5%	928	22	0,02
2020	24	654	-1	0,00	283	10	4%	937	9	0,01
2021	25	664	10	0,02	288	5	2%	952	15	0,02
2021	26	681	17	0,02	294	6	2%	975	23	0,02
2021	27	719	38	0,05	298	4	1%	1017	42	0,04
2021	28	730	11	0,02	313	15	5%	1043	26	0,02
2021	29	737	7	0,01	324	11	3%	1061	18	0,02
2021	30	760	23	0,03	382	58	15%	1142	81	0,07
2021	31	760	0	0,00	389	7	2%	1149	7	0,01
2021	32	782	22	0,03	399	10	3%	1181	32	0,03
2021	33	785	3	0,00	401	2	0%	1186	5	0,00
2021	34	803	18	0,02	455	54	12%	1258	72	0,06
2021	35	802	-1	0,00	513	58	11%	1315	57	0,04
2021	36	828	26	0,03	592	79	13%	1420	105	0,07
2022	37	852	24	0,03	504	22	4%	1356	46	0,03
2022	38	859	7	0,01	521	125	24%	1380	132	0,10
2022	39	878	19	0,02	539	69	13%	1417	88	0,06
2022	40	888	10	0,01	557	83	15%	1445	93	0,06
2022	41	893	5	0,01	576	37	6%	1469	42	0,03
2022	42	906	13	0,01	594	51	9%	1500	64	0,04
2022	43	920	14	0,02	612	13	2%	1532	27	0,02
2022	44	924	4	0,00	631	19	3%	1555	23	0,01
2022	45	953	29	0,03	662	77	12%	1615	106	0,07
2022	46	962	9	0,01	672	10	1%	1634	19	0,01
2022	47	969	7	0,01	702	30	4%	1671	37	0,02
2022	48	972	3	0,00	728	26	4%	1700	29	0,02

13. Anexo 5 Tabla de Recurso Humano

Año	Mes	Funcionarios activos	Cambios en f	Porcentaje de cambios de funcionarios de planta	Número de contratistas	Rotación de contratistas	Porcentaje de cambios de contratistas	Total RH	Rotación RH	Porcentaje de RH
2019	Enero	63	0	0%	61	61	-33%	124	61	0,4919
	Febrero	63	0	0%	108	47	44%	171	47	0,2749
	Marzo	63	0	0%	108	0	0%	171	0	0,0000
	Abril	64	1	2%	107	-1	-1%	171	0	0,0000
	Mayo	65	1	2%	107	0	0%	172	1	0,0058
	Junio	65	0	0%	106	-1	-1%	171	-1	-0,0058
	Julio	65	0	0%	110	4	4%	175	4	0,0229
	Agosto	66	1	2%	108	-2	-2%	174	-1	-0,0057
	Septiembre	67	1	1%	109	1	1%	176	2	0,0114
	Octubre	67	0	0%	119	10	8%	186	10	0,0538
	Noviembre	68	1	1%	119	0	0%	187	1	0,0053
	Diciembre	68	0	0%	115	-4	-3%	183	-4	-0,0219
2020	Enero	69	1	1%	34	-81	-238%	103	-80	-0,7767
	Febrero	71	2	3%	85	51	60%	156	53	0,3397
	Marzo	73	2	3%	90	5	6%	163	7	0,0429
	Abril	73	0	0%	97	7	7%	170	7	0,0412
	Mayo	73	0	0%	110	13	12%	183	13	0,0710
	Junio	74	1	1%	110	0	0%	184	1	0,0054
	Julio	74	0	0%	110	0	0%	184	0	0,0000
	Agosto	74	0	0%	110	0	0%	184	0	0,0000
	Septiembre	74	0	0%	122	12	10%	196	12	0,0612
	Octubre	74	0	0%	127	5	4%	201	5	0,0249
	Noviembre	74	0	0%	128	1	1%	202	1	0,0050
	Diciembre	74	0	0%	125	-3	-2%	199	-3	-0,0151
2021	Enero	76	2	3%	52	-73	-140%	128	-71	-0,5547
	Febrero	77	1	1%	101	49	49%	178	50	0,2809
	Marzo	79	2	3%	118	17	14%	197	19	0,0964
	Abril	81	2	2%	139	21	15%	220	23	0,1045
	Mayo	82	1	1%	164	25	15%	246	26	0,1057
	Junio	83	1	1%	177	13	7%	260	14	0,0538
	Julio	83	0	0%	195	18	9%	278	18	0,0647
	Agosto	83	0	0%	210	15	7%	293	15	0,0512
	Septiembre	87	4	5%	212	2	1%	299	6	0,0201
	Octubre	132	45	34%	175	-37	-21%	307	8	0,0261
	Noviembre	207	75	36%	147	-28	-19%	354	47	0,1328
	Diciembre	207	0	0%	165	18	11%	372	18	0,0484
2022	Enero	208	1	0%	66	-99	-150%	274	-98	-0,3577
	Febrero	208	0	0%	65	-1	-2%	273	-1	-0,0037
	Marzo	209	1	0%	65	0	0%	274	1	0,0036
	Abril	210	1	0%	155	90	58%	365	91	0,2493
	Mayo	210	0	0%	151	-4	-3%	361	-4	-0,0111
	Junio	210	0	0%	143	-8	-6%	353	-8	-0,0227
	Julio	211	1	0%	127	-16	-13%	338	-15	-0,0444
	Agosto	216	5	2%	122	-5	-4%	338	0	0,0000
	Septiembre	218	2	1%	138	16	12%	356	18	0,0506
	Octubre	219	1	0%	137	-1	-1%	356	0	0,0000
	Noviembre	222	3	1%	142	5	4%	364	8	0,0220
	Diciembre	222	0	0%	91	-51	-56%	313	-51	-0,1629

14. Anexo 6 Tabla de cronograma del proyecto.

Año	Mes	Avance del cronograma programado	Avance del cronograma Real	Desempeño (SPI)	% De avance mensual del proyecto
2019	Enero	2,50%	2,78%	111,20%	2,78%
	Febrero	2,63%	2,93%	111,20%	0,14%
	Marzo	2,74%	3,05%	111,20%	0,13%
	Abril	2,86%	3,18%	111,20%	0,13%
	Mayo	2,97%	3,30%	111,20%	0,12%
	Junio	3,07%	3,41%	111,20%	0,11%
	Julio	3,23%	3,60%	111,20%	0,19%
	Agosto	3,51%	3,90%	111,20%	0,30%
	Septiembre	3,69%	4,10%	111,20%	0,20%
	Octubre	3,82%	4,25%	111,20%	0,15%
	Noviembre	3,99%	4,44%	111,20%	0,19%
	Diciembre	4,20%	4,67%	111,20%	0,23%
2020	Enero	4,45%	4,95%	111,20%	0,28%
	Febrero	4,71%	5,23%	111,20%	0,28%
	Marzo	5,20%	5,78%	111,20%	0,55%
	Abril	5,67%	5,83%	102,88%	0,05%
	Mayo	6,06%	5,97%	98,52%	0,14%
	Junio	6,51%	6,09%	93,55%	0,12%
	Julio	6,92%	6,25%	90,32%	0,16%
	Agosto	7,36%	6,65%	90,32%	0,40%
	Septiembre	5,85%	5,53%	94,53%	-1,12%
	Octubre	6,37%	5,71%	89,58%	0,18%
	Noviembre	7,31%	6,12%	83,70%	0,41%
	Diciembre	8,37%	6,26%	74,75%	0,14%
2021	Enero	9,24%	7,08%	76,64%	0,82%
	Febrero	9,86%	7,60%	77,08%	0,52%
	Marzo	10,71%	7,78%	72,65%	0,18%
	Abril	11,63%	8,21%	70,59%	0,43%
	Mayo	10,68%	7,97%	74,62%	-0,24%
	Junio	11,72%	8,65%	73,81%	0,68%
	Julio	8,55%	9,05%	105,91%	0,40%
	Agosto	9,18%	9,60%	104,58%	0,55%
	Septiembre	10,18%	10,31%	101,28%	0,71%
	Octubre	11,26%	10,75%	95,47%	0,44%
	Noviembre	12,35%	11,39%	92,23%	0,64%
	Diciembre	13,38%	12,32%	92,08%	0,93%
2022	Enero	14,12%	12,72%	90,08%	0,40%
	Febrero	14,92%	13,66%	91,55%	0,94%
	Marzo	15,73%	14,34%	91,16%	0,68%
	Abril	16,35%	14,92%	91,25%	0,58%
	Mayo	16,97%	15,39%	90,69%	0,47%
	Junio	17,44%	15,83%	90,77%	0,44%
	Julio	16,23%	15,70%	96,73%	-0,13%
	Agosto	16,54%	16,30%	98,55%	0,60%
	Septiembre	16,76%	16,78%	100,12%	0,48%
	Octubre	17,16%	17,33%	100,99%	0,55%
	Noviembre	17,62%	17,79%	100,96%	0,46%
	Diciembre	17,92%	18,26%	101,90%	0,47%

15. Anexo 7 Tabla Incertidumbre empresarial vs variables.

Periodo	TOT_RIE	TOT_PC	TOT_RH	TOT_MN	Porcentaje de modificación normativa	Porcentaje de modificación de documentos SIG	Avance del cronograma programado	Avance del cronograma Real	CRON_SPI	CR_AV	TOT_PE	Total de presupuesto ejecutado de funcionamiento	Total de presupuesto ejecutado de inversión
2019-1	1,0000	0,2320	0,4919	0,0374	0,0214	1,0000	0,0250	0,0278	1,1120	0,0278	0,0056	0,1359	0,0019
2019-2	0,0000	0,2377	0,2749	0,0342	0,0258	0,3636	0,0263	0,0293	1,1120	0,0014	0,0688	0,3236	0,0602
2019-3	0,0000	0,2433	0,0000	0,1026	0,0937	0,3529	0,0274	0,0305	1,1120	0,0013	0,0950	0,4183	0,0829
2019-4	0,0160	0,2484	0,0000	-0,0386	-0,0491	0,1905	0,0286	0,0318	1,1120	0,0013	0,1350	0,4108	0,1211
2019-5	0,0602	0,2560	0,0058	0,0348	0,0240	0,2222	0,0297	0,0330	1,1120	0,0012	0,1843	0,4832	0,1686
2019-6	0,1133	0,2649	-0,0058	0,0279	0,0234	0,1000	0,0307	0,0341	1,1120	0,0011	0,2201	0,6759	0,1950
2019-7	0,0000	0,2690	0,0229	0,0437	0,0229	0,2857	0,0323	0,0360	1,1120	0,0019	0,2502	0,7247	0,2219
2019-8	0,0132	0,2774	-0,0057	0,0499	0,0295	0,2364	0,0351	0,0390	1,1120	0,0030	0,2848	0,7606	0,2554
2019-9	0,0130	0,2864	0,0114	0,0296	0,0233	0,0833	0,0369	0,0410	1,1120	0,0020	0,3172	0,7966	0,2866
2019-10	0,0435	0,3008	0,0538	0,0369	0,0228	0,1429	0,0382	0,0425	1,1120	0,0015	0,3431	0,8059	0,3126
2019-11	0,0000	0,3130	0,0053	0,0417	0,0259	0,1463	0,0399	0,0444	1,1120	0,0019	0,3488	0,8475	0,3161
2019-12	0,0062	0,4266	-0,0219	0,0356	0,0055	0,1961	0,0420	0,0467	1,1120	0,0023	0,3799	0,8652	0,3536
2020-1	0,0000	0,2922	-0,7767	0,0373	0,0127	0,1500	0,0445	0,0495	1,1120	0,0028	0,0029	0,1856	0,0003
2020-2	0,0000	0,2976	0,3397	0,0204	0,0090	0,0698	0,0471	0,0523	1,1120	0,0028	0,0169	0,3161	0,0093
2020-3	0,0000	0,3063	0,0429	0,0284	0,0246	0,0444	0,0520	0,0578	1,1120	0,0055	0,0553	0,5973	0,0385
2020-4	-0,6200	0,3108	0,0412	0,0583	0,0317	0,1563	0,0567	0,0583	1,0288	0,0005	0,0851	0,6024	0,0665
2020-5	-0,0101	0,3914	0,0710	0,0250	0,0186	0,0476	0,0606	0,0597	0,9852	0,0014	0,1010	0,6405	0,0839
2020-6	0,0000	0,3940	0,0054	0,0293	0,0183	0,0667	0,0651	0,0609	0,9355	0,0012	0,1276	0,6328	0,1083
2020-7	0,0294	0,4118	0,0000	0,0174	0,0000	0,0722	0,0692	0,0625	0,9032	0,0016	0,1482	0,6759	0,1270
2020-8	-0,0408	0,4217	0,0000	0,0552	0,0145	0,1638	0,0736	0,0665	0,9032	0,0040	0,1786	0,7135	0,1563
2020-9	0,0000	0,4551	0,0612	0,0438	0,0252	0,0902	0,0585	0,0553	0,9453	-0,0112	0,3261	0,7391	0,3092
2020-10	0,0000	0,4698	0,0249	0,0166	0,0185	0,0116	0,0637	0,0571	0,8958	0,0018	0,3564	0,8576	0,3355
2020-11	-0,1529	0,4820	0,0050	0,0237	0,0107	0,0549	0,0731	0,0612	0,8370	0,0041	0,4062	0,8812	0,3859
2020-12	0,0000	0,5109	-0,0151	0,0096	-0,0015	0,0353	0,0837	0,0626	0,7475	0,0014	0,4706	0,8937	0,4515
2021-1	0,0000	0,5902	-0,5547	0,0158	0,0151	0,0174	0,0924	0,0708	0,7664	0,0082	0,0024	0,1495	0,0007
2021-2	0,0000	0,5960	0,2809	0,0236	0,0250	0,0204	0,0986	0,0760	0,7708	0,0052	0,0137	0,4022	0,0077
2021-3	0,0000	0,5846	0,0964	0,0413	0,0529	0,0134	0,1071	0,0778	0,7265	0,0018	0,0647	0,4739	0,0558
2021-4	0,0000	0,6780	0,1045	0,0249	0,0151	0,0479	0,1163	0,0821	0,7059	0,0043	0,0958	0,5025	0,0865
2021-5	0,0000	0,6767	0,1057	0,0170	0,0095	0,0340	0,1068	0,0797	0,7462	-0,0024	0,1610	0,5427	0,1507
2021-6	0,0000	0,7130	0,0538	0,0709	0,0303	0,1518	0,1172	0,0865	0,7381	0,0068	0,2110	0,6457	0,1983
2021-7	0,0000	0,7483	0,0647	0,0061	0,0000	0,0180	0,0855	0,0905	1,0591	0,0040	0,2449	0,7114	0,2310
2021-8	0,0000	0,7603	0,0512	0,0271	0,0281	0,0251	0,0918	0,0960	1,0458	0,0055	0,3154	0,7165	0,3025
2021-9	0,0000	0,8034	0,0201	0,0042	0,0038	0,0050	0,1018	0,1031	1,0128	0,0071	0,3567	0,6766	0,3452
2021-10	0,0556	0,8334	0,0261	0,0572	0,0224	0,1187	0,1126	0,1075	0,9547	0,0044	0,4259	0,7211	0,4150
2021-11	0,0000	0,8930	0,1328	0,0433	-0,0012	0,1131	0,1235	0,1139	0,9223	0,0064	0,4672	0,8409	0,4533
2021-12	0,0000	0,9773	0,0484	0,0739	0,0314	0,1334	0,1338	0,1232	0,9208	0,0093	0,5434	0,8665	0,5305
2022-1	-0,0465	0,7251	-0,3577	0,0339	0,0282	0,0437	0,1412	0,1272	0,9008	0,0040	0,0052	0,3854	0,0021
2022-2	0,0000	0,9080	-0,0037	0,0956	0,0081	0,2397	0,1492	0,1366	0,9155	0,0094	0,0214	0,4849	0,0147
2022-3	0,0115	0,9116	0,0036	0,0621	0,0216	0,1280	0,1573	0,1434	0,9116	0,0068	0,0619	0,6293	0,0519
2022-4	0,0000	0,9165	0,2493	0,0643	0,0113	0,1489	0,1635	0,1492	0,9125	0,0058	0,0842	0,7040	0,0715
2022-5	0,0000	0,9266	-0,0111	0,0286	0,0056	0,0643	0,1697	0,1539	0,9069	0,0047	0,1288	0,7667	0,1141
2022-6	0,0000	0,9517	-0,0227	0,0427	0,0143	0,0859	0,1744	0,1583	0,9077	0,0044	0,1515	0,7458	0,1342
2022-7	0,0000	0,9907	-0,0444	0,0176	0,0152	0,0212	0,1623	0,1570	0,9673	-0,0013	0,1895	0,7750	0,1706
2022-8	0,0000	1,0034	0,0000	0,0148	0,0043	0,0301	0,1654	0,1630	0,9855	0,0060	0,2274	0,8144	0,2067
2022-9	-0,0116	1,0243	0,0506	0,0656	0,0304	0,1163	0,1676	0,1678	1,0012	0,0048	0,2583	0,8658	0,2354
2022-10	0,0000	1,0623	0,0000	0,0116	0,0094	0,0149	0,1716	0,1733	1,0099	0,0055	0,4249	0,8678	0,4071
2022-11	0,0000	1,0887	0,0220	0,0221	0,0072	0,0427	0,1762	0,1779	1,0096	0,0046	0,4614	0,8825	0,4436
2022-12	0,0000	1,1363	-0,1629	0,0171	0,0031	0,0357	0,1792	0,1826	1,0190	0,0047	0,5087	0,7625	0,4945

16. Artículos

16.1 Artículo Científico 1

Título del artículo: Model of Business Uncertainty Analysis for Investment Projects: Case Study of Bogotá Metro Company

Autores: Lady Caterine Suarez, Gonzalo Rodriguez Cañas, Jorge Barbosa Neves y Ricardo Sanchez Carcamo

Revista: Journal of Engineering, Project and Production Managment

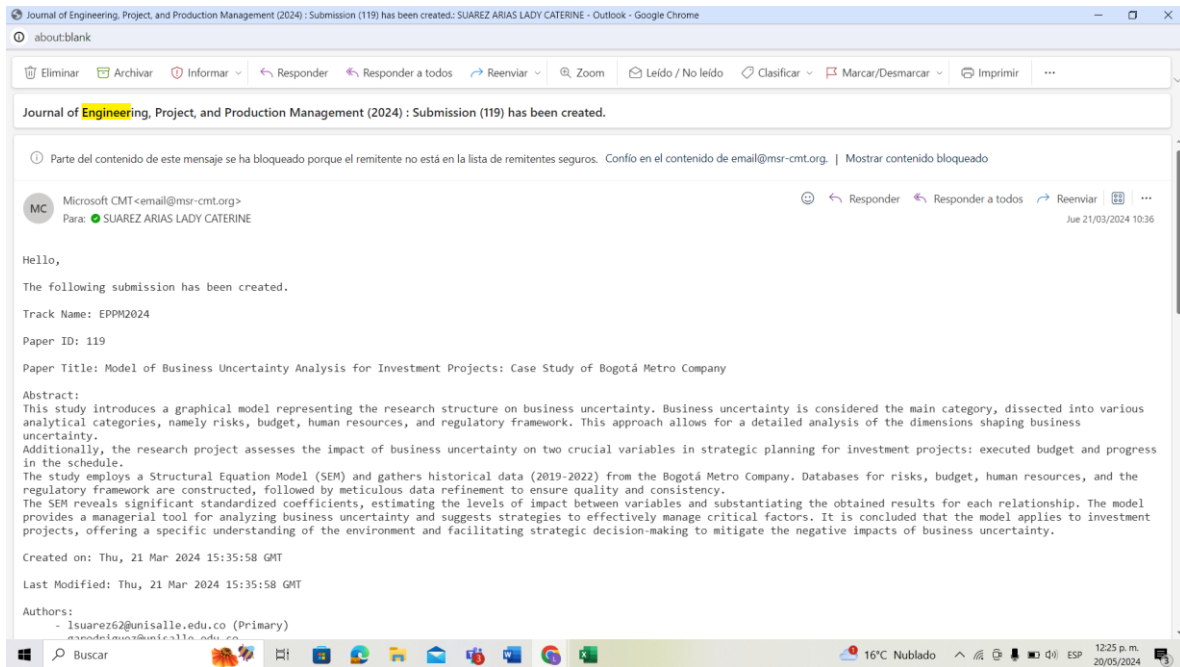
Volumen (sí aplica):

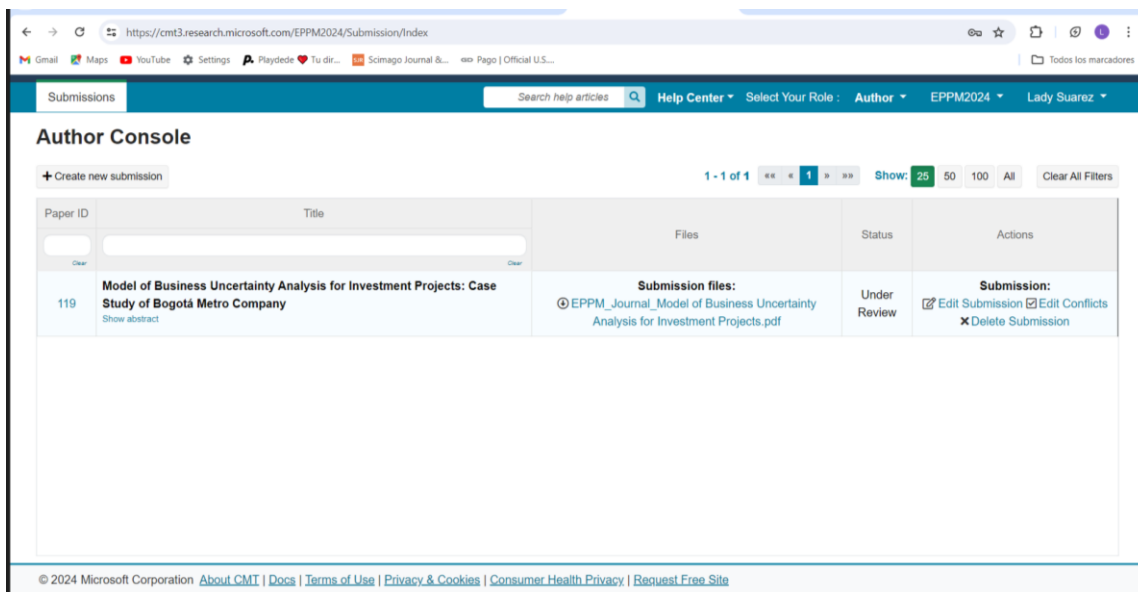
Número (sí aplica):

Fecha de publicación y/o publicación:

DOI -Link:

Observación: Postulado el 21/03/2024





16.2 Artículo de Revisión 1

Título del artículo: Elementos y modelos clave para estimar la incertidumbre en el marco de la planificación estratégica

Autores: Lady Caterine Suarez y Gonzalo Rodriguez Cañas.

Revista: Universidad y Sociedad

Volumen (sí aplica): 16

Número (sí aplica): 4

Fecha de publicación y/o publicación: Julio 2024

DOI **-Link:** chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v16n4/2218-3620-rus-16-04-99.pdf

Observación: Ninguna

16.3 Artículo de Revisión 2

Título del artículo: Análisis de variables críticas empresariales en proyectos de inversión

Autores: Lady Caterine Suarez y Gonzalo Rodriguez Cañas.

Revista: Mundo FESC

Volumen (sí aplica): 13

Número (sí aplica): 26

Fecha de publicación y/o publicación: 01/05/2023

DOI -Link: <https://doi.org/10.61799/2216-0388.1555> -
<https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/1555>

Observación: Ninguna