

Modelo de gestión de riesgos para interventoría de estadios en Colombia

Daniela Stefania Olarte Avella

Juan Felipe Piñeros Guarnizo

Trabajo de grado para optar el título de director y gestor de proyectos

Director

Juan Antonio Hernández Estrada

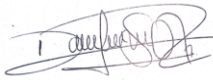
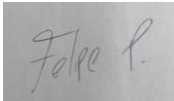
Phd(c) Gerencia de Proyectos

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

Cohorte XVIII

Dirección y gestión de proyecto

2025

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	V° B° POR:
 AUTOR <i>Daniela S. Olarte Avella</i>	<hr/> Director <i>Juan A. Hernández Estrada</i>	Comité de Trabajo de Grado
 AUTOR <i>Juan F. Pineros Guarnizo</i>		

Dedicatoria

Queremos dedicar este proyecto a Dios, quien nos ha permitido llegar hasta aquí y nos dio la fortaleza para culminar esta maestría, que ha sido parte de nuestro crecimiento profesional y también de nuestro crecimiento personal.

De igual manera, dedicamos esta tesis a nuestros padres, quienes siempre han guiado nuestro camino y han sido un apoyo fundamental en cada etapa. También a nuestras familias, a nuestros amigos y a todas las personas que, de una u otra forma, nos acompañaron, nos animaron y creyeron en nosotros durante todo este proceso.

Agradecimientos

Queremos agradecer, antes que nada, al profesor Juan Antonio Hernández E., ya que estuvo con nosotros durante todo el proceso de esta tesis. Le agradecemos su tiempo, su disposición y todo el apoyo que nos dio, porque su guía y orientación fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

También queremos agradecerle al profesor Camilo José Castro, tanto por las observaciones que nos hizo ahora como evaluador, como por lo que aprendimos con él cuando vimos clase. Sus comentarios, su tiempo y su disposición nos ayudaron bastante a mejorar y a entender mejor varias cosas del proyecto.

Y finalmente, queremos expresar nuestro agradecimiento al evaluador externo Carlos Gabriel Calderón, por todo el tiempo que nos dedicó, por su retroalimentación, por sus observaciones y por la disposición que tuvo para revisar nuestro trabajo. Sus aportes también fueron clave para mejorar esta tesis.

Contenido

Introducción 18

1. Aspectos contextuales 20

 1.1 Planteamiento del problema 21

 1.2 Objetivos 23

 1.2.1 Objetivo general 23

 1.2.2 Objetivos específicos 23

2. Marco referencial 24

 2.1 Marco teórico 24

 Conclusiones estado del arte 36

 2.2 Marco conceptual 37

 2.2.1 Gestión de riesgos 37

 2.2.2 Gestión de Riesgos en proyectos de Infraestructura 39

 2.2.3 Gestión de riesgos en interventoría de obras civiles 41

 2.2.4 Gestión de riesgos en interventoría de estadios en Colombia 44

 2.2.5 Gestión de riesgos según PMBOK V6 45

 2.2.6 Gestión de riesgos según RMF 46

 2.3 Marco legal 48

 2.3.1 Normas de contratación estatal 48

 2.3.2 Normas de responsabilidad del interventor 49

 2.3.3 Normas técnicas para infraestructura deportiva 49

 2.3.4 Normatividad deportiva sectorial 50

 2.3.5 Normativas ambientales y SISO 50

3. Áreas de conocimiento.....	50
3.1 Gestión de la integración del proyecto	51
3.2 Gestión del alcance del proyecto.....	51
3.3 Gestión del cronograma del proyecto.....	52
3.4 Gestión de los costos del proyecto	52
3.5 Gestión de calidad del proyecto	53
3.6 Gestión de los recursos del proyecto.....	53
3.7 Gestión de las comunicaciones del proyecto.....	54
3.8 Gestión de los riesgos del proyecto.....	55
3.8.1 Planificar la Gestión de los Riesgos	55
3.8.2 Identificar los Riesgos	59
3.8.3 Realizar el Análisis Cualitativo y Cuantitativo de Riesgos.....	61
3.8.4 Planificar la respuesta a los Riesgos.....	64
3.8.5 Monitorear los Riesgos.....	66
3.9 Gestión de las adquisiciones del proyecto.....	69
3.10 Gestión de los interesados del proyecto	69
4. Resultados	70
5. Viabilidad Económica y/o social de Proyectos.....	105
5.1 Análisis Exante.....	106
5.2 Análisis Expost.....	107
6. Discusión	108
7. Conclusiones	110
8. Recomendaciones	112

Referencias..... 114

Apéndices..... 119

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Conclusiones del estado del arte</i>	34
Tabla 2. <i>Problemáticas encontradas</i> ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 3. <i>Problema vs situación real</i>	102
Tabla 4. <i>Métodos utilizados en las problemáticas vs Retorno de inversión estimado</i>	102

Lista de figuras

Figura 1. <i>Planificar la gestión de riesgos: Entradas y salidas</i>	24
Figura 2. <i>Identificar los riesgos: Entradas y salidas</i>	25
Figura 3. <i>Análisis cualitativo y cuantitativo</i>	26
Figura 4. <i>Planificar la respuesta a los riesgos: Entradas y salidas</i>	26
Figura 5. <i>Inicio de la interventoría</i>	55
Figura 6. <i>Identificación de los riesgos</i>	59
Figura 7. <i>Análisis de riesgos</i>	62
Figura 8. <i>Planificación y respuesta</i>	64
Figura 9. <i>Monitoreo y control</i>	67
Figura 10. <i>Esquema secuencia etapas</i>	120
Figura 11. <i>Esquema de herramientas de identificación de riesgos</i>	121
Figura 12. <i>Esquema reacción de riesgos</i>	122
Figura 13. <i>Esquema de ciclo PDCA</i>	123

LISTA DE APÉNDICES

Apéndice A. Consulta a expertos 117

Resumen

La construcción de estadios en Colombia con aforo menor a 10.000 espectadores y financiación pública enfrenta recurrentes problemas de sobrecostos, retrasos y deficiencias en la calidad, situación evidenciada en casos como el Estadio Municipal de Mosquera. Esta investigación tuvo como objetivo desarrollar un modelo integrado de gestión de riesgos para la interventoría de estos proyectos, combinando los marcos PMBOK v6 y Risk Management Framework con vigilancia tecnológica. Mediante un enfoque mixto que incluyó la simulación retrospectiva del caso Mosquera, se aplicaron matrices de probabilidad-impacto, análisis de valor ganado y talleres de análisis de supuestos. Los resultados demostraron que el modelo propuesto permitió identificar y responder oportunamente a riesgos críticos, evitando aproximadamente el 69% de los sobrecostos y reduciendo significativamente los retrasos a través de 23 herramientas específicas. El estudio concluye que la integración de ambos marcos supera los enfoques reactivos tradicionales, ofreciendo un sistema dinámico que optimiza recursos públicos, garantiza el cumplimiento normativo y fortalece la gobernanza en proyectos de infraestructura deportiva colombiana.

Palabras clave: Gestión de riesgos, interventoría, estadios, PMBOK, RMF

Abstract

The construction of stadiums in Colombia with a capacity of less than 10,000 spectators and public funding faces recurring problems of cost overruns, delays, and quality deficiencies, as evidenced by cases such as the Mosquera Municipal Stadium. This research aimed to develop an integrated risk management model for the supervision of these projects, combining the PMBOK v6 and Risk Management Framework with technological surveillance. Using a mixed-method approach that included retrospective simulation of the Mosquera case, probability-impact matrices, earned value analysis, and assumption analysis workshops were applied. The results demonstrated that the proposed model would have enabled the timely identification and response to critical risks, avoiding approximately 69% of cost overruns and significantly reducing delays through 23 specific tools. The study concludes that the integration of both frameworks surpasses traditional reactive approaches, offering a dynamic system that optimizes public resources, ensures regulatory compliance, and strengthens governance in Colombian sports infrastructure projects.

Key words: Risk management, project supervision, stadiums, PMBOK, RMF

Glosario

Alerta temprana: Mecanismo de monitoreo continuo que permite identificar desviaciones o riesgos potenciales antes de que se materialicen, facilitando la toma de acciones correctivas oportunas (PMI, 2017).

Análisis cualitativo de riesgos: Proceso de evaluación de riesgos basado en escalas subjetivas de probabilidad e impacto, utilizado para priorizar aquellos que requieren una respuesta inmediata (PMI, 2017).

Análisis cuantitativo de riesgos: Técnica que asigna valores numéricos a la probabilidad e impacto de los riesgos, permitiendo una evaluación objetiva y facilitando la toma de decisiones basada en datos (PMI, 2017).

Análisis de escenarios ("What-if"): Técnica que evalúa el impacto potencial de situaciones hipotéticas en el proyecto, permitiendo preparar respuestas anticipadas a eventos inciertos (PMI, 2017).

Análisis de sensibilidad: Herramienta que identifica qué riesgos tienen mayor impacto potencial en los objetivos del proyecto, variando un factor a la vez mientras se mantienen constantes los demás (PMI, 2017).

Análisis de stakeholders: Proceso de identificación y clasificación de las personas, grupos u organizaciones afectadas por el proyecto, con el fin de planificar una gestión efectiva de sus expectativas e influencia (PMI, 2017).

Apetito de riesgo: Nivel máximo de riesgo que una organización está dispuesta a aceptar en la búsqueda de sus objetivos (ISO 31000, 2018).

Benchmarking: Proceso de comparación sistemática de prácticas, procesos y métricas de un proyecto con los de referentes reconocidos, con el fin de identificar mejoras (Camp, 1989).

Building Information Modeling (BIM): Metodología de trabajo colaborativo que utiliza modelos digitales para la gestión integral de proyectos de construcción, facilitando la detección temprana de interferencias y mejorando la precisión en la ejecución (ISO 19650, 2018).

Ciclo de vida del proyecto: Conjunto de fases por las que pasa un proyecto, desde su inicio hasta su cierre, comúnmente definidas como: inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, y cierre (PMI, 2017).

Control de cambios: Proceso formal para gestionar modificaciones en el alcance, cronograma o costos del proyecto, asegurando que sean evaluadas, aprobadas y documentadas (PMI, 2017).

EVM (Earned Value Management): Metodología que integra mediciones de alcance, cronograma y costos para evaluar el desempeño y progreso del proyecto (PMI, 2017).

Gestión de riesgos: Conjunto de procesos sistemáticos destinados a identificar, analizar, planificar respuestas y monitorear los riesgos que pueden afectar los objetivos de un proyecto (PMI, 2017).

Gestión de stakeholders: Proceso de identificación, análisis y desarrollo de estrategias para involucrar efectivamente a las partes interesadas a lo largo del ciclo de vida del proyecto (PMI, 2017).

Impacto del riesgo: Grado en que un riesgo puede afectar los objetivos del proyecto, comúnmente medido en términos de costo, tiempo, alcance o calidad (PMI, 2017).

Indicadores de alerta temprana (IAT): Métricas o señales que permiten anticipar la materialización de un riesgo antes de que ocurra, facilitando la implementación de acciones preventivas (Hillson, 2009).

Interventoría: Rol de supervisión técnica, administrativa y financiera en proyectos de construcción, encargado de verificar el cumplimiento de especificaciones, normativas y estándares de calidad (Ley 80, 1993).

IoT (Internet of Things): Red de dispositivos físicos interconectados que recopilan y comparten datos en tiempo real, utilizada en construcción para monitoreo estructural y ambiental (Gubbi, et ál., 2013).

Lecciones aprendidas: Conocimiento adquirido durante la ejecución de un proyecto, que debe documentarse y compartirse para mejorar el desempeño en proyectos futuros (PMI, 2017).

Matriz de probabilidad e impacto: Herramienta gráfica utilizada para clasificar y priorizar riesgos según su nivel de criticidad, combinando la probabilidad de ocurrencia y la magnitud de sus consecuencias (PMI, 2017).

Monitoreo continuo: Proceso de seguimiento permanente y sistemático de los riesgos y controles del proyecto a lo largo de su ciclo de vida (PMI, 2017).

PMBOK (Project Management Body of Knowledge): Guía de estándares y mejores prácticas para la dirección de proyectos, publicada por el Project Management Institute (PMI), que incluye procesos para la gestión de riesgos (PMI, 2017).

Probabilidad del riesgo: Posibilidad de que ocurra un evento incierto que pueda afectar los objetivos del proyecto (PMI, 2017).

Registro de riesgos: Repositorio centralizado donde se documentan todos los riesgos identificados, sus causas, efectos, estrategias de respuesta y estado actual (PMI, 2017).

RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas): Normativa colombiana que establece los requisitos para el diseño, construcción y operación de instalaciones eléctricas, con el fin de garantizar la seguridad de las personas y los bienes (Resolución 90708, 2013).

RETILAP (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público): Reglamento que define las condiciones técnicas para los sistemas de iluminación y alumbrado público en Colombia, con el objetivo de asegurar eficiencia energética y seguridad visual (Resolución 181294, 2009).

Riesgo emergente: Riesgo que surge durante la ejecución del proyecto y que no fue identificado durante la planificación inicial (PMI, 2017).

Riesgo inherente: Nivel de riesgo existente antes de implementar cualquier acción de respuesta o control (ISO 31000, 2018).

Riesgo residual: Nivel de riesgo que permanece después de implementar las estrategias de respuesta planificadas (PMI, 2017).

Riesgo secundario: Riesgo que surge como resultado directo de implementar una estrategia de respuesta a otro riesgo (PMI, 2017).

RMF (Risk Management Framework): Marco de gestión de riesgos que enfatiza el monitoreo continuo, la retroalimentación y la adaptación dinámica frente a cambios en el entorno del proyecto (PMI, 2022).

SHAP (SHapley Additive exPlanations): Técnica de inteligencia artificial que explica la salida de modelos de machine learning, utilizada para identificar factores críticos en la evaluación de riesgos (Lundberg y Lee, 2017).

Tolerancia al riesgo: Nivel de variación en los objetivos que una organización está dispuesta a aceptar durante la ejecución del proyecto (ISO 31000, 2018).

Valor Ganado (EVM): Técnica de medición del desempeño del proyecto que integra el alcance, el costo y el cronograma, permitiendo evaluar el progreso real frente a lo planificado (PMI, 2017).

Vigilancia tecnológica: Proceso sistemático de búsqueda, análisis y difusión de información tecnológica relevante para la toma de decisiones en un proyecto u organización (UNE 166006, 2011).

Introducción

La construcción de estadios de fútbol en Colombia especialmente aquellos con aforo máximo de 10,000 espectadores y financiados por el estado enfrentan desafíos críticos en su gestión; evidenciados en retrasos, sobrecostos y deficiencias de calidad. De acuerdo con la Contraloría General de Antioquia (2020), las obras deportivas financiadas con recursos públicos presentaron deficiencias en la supervisión, retrasos significativos y fallas contractuales que afectaron la calidad de la infraestructura entregada. Estos problemas se dan principalmente por la falta de un modelo integral de gestión de riesgos adaptado a las particularidades de este tipo de proyectos, casos como el Estadio Marino Klínger de Buenaventura y el Pascual Guerrero de Cali (Contraloría Distrital de Buenaventura, 2025). demuestran fallas recurrentes en la identificación prematura de riesgos y control financiero. Ante esta problemática, esta investigación se plantea responder a la pregunta: ¿Cuáles son las principales deficiencias en la gestión de riesgos en la planificación de proyectos de estadios de fútbol en Colombia, y cómo puede la integración de los modelos PMBOK y RMF contribuir a superar estos obstáculos?

Los antecedentes teóricos muestran que si bien el PMBOK v6 (PMI, 2017). y el Risk Management Framework (PMI, 2022). ofrecen marcos consolidados para la gestión de riesgos, su aplicación en proyectos deportivos colombianos ha sido limitada. Estudios como los del Ministerio del Deporte (2020) destacan la necesidad de utilizar herramientas especializadas que consideren factores locales (regulación pública, disponibilidad de recursos.) Este vacío justifica el desarrollo de un modelo adaptado que combine ambos enfoques con análisis de casos reales y vigilancia tecnológica.

La finalidad de este trabajo es diseñar un modelo integral de gestión de riesgos que mejore el uso de recursos públicos, disminuya incertidumbres durante la ejecución y garantice los estándares de calidad. Su relevancia trasciende lo académico: ya que en el ámbito práctico beneficia a entidades estatales y a interventorías al ofrecer herramientas y modelos para una gestión más eficiente, en el ámbito social, contribuye a la finalización oportuna de infraestructuras que impactan el desarrollo comunitario.

Para desarrollar este estudio, se usará un método que combina el análisis de información con datos concretos y la revisión de documentos. Básicamente, se simulará en un caso real como lo es el Estadio Municipal de Mosquera y se aplicarán herramientas como matrices de riesgo para identificar los problemas más comunes.

Metodológicamente este estudio tendrá un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), que, mediante revisiones documentales, análisis de casos y aplicaciones de matrices de riesgo, este documento se dividirá en introducción, marco teórico con los fundamentos de PMBOK v6 y de RMF, propuesta de modelo, resultados y conclusiones. Esta estructura busca ofrecer la solución teórica y aplicable a los estadios de Colombia con aforo menos a 10.000 espectadores y financiados con los recursos públicos en Colombia.

En cuanto a la estructura del documento, el capítulo 2 desarrolla el planteamiento del problema, en el cual se identifican las principales dificultades que enfrentan los proyectos de construcción de estadios en Colombia y se contextualiza la necesidad de un modelo de gestión de riesgos específico. El capítulo 3 presenta la justificación, resaltando la pertinencia técnica y académica de la investigación, así como su contribución a la optimización de los procesos de interventoría. En el capítulo 4 se formulan los objetivos generales y específicos que orientan el desarrollo del estudio. Posteriormente, el capítulo 5 aborda el marco referencial, donde se

contextualiza la problemática mediante antecedentes normativos, institucionales y metodológicos. El capítulo 6 profundiza en el marco teórico, integrando los fundamentos conceptuales del PMBOK y del RMF, así como su relación con la gestión de riesgos en proyectos de infraestructura deportiva. En el capítulo 7 se presenta la propuesta del modelo integral de gestión de riesgos, estructurada en fases metodológicas que abarcan la identificación, análisis, evaluación, tratamiento y monitoreo de riesgos. En el capítulo 8 se muestran las opiniones de los expertos que fueron consultados. El capítulo 9 expone los resultados obtenidos tras la aplicación del modelo propuesto, evidenciando su funcionalidad y aplicabilidad en contextos reales de interventoría. Finalmente, el capítulo 10 reúne las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio, mientras que el capítulo 11 compila las referencias bibliográficas utilizadas a lo largo de la investigación.

1. Aspectos contextuales

A continuación, se presentan los aspectos conceptuales que facilitan la comprensión de los fundamentos metodológicos y técnicos que sustentan el proyecto, el cual tiene como propósito desarrollar un modelo integrado de gestión de riesgos aplicable a la interventoría de estadios en Colombia con capacidad máxima de 10.000 espectadores y financiación pública.

Los componentes fundamentales que estructuran la investigación son la gestión de riesgos, el papel de la interventoría, la guía PMBOK v6 y RMF, y las características propias de las normativas, técnicas y operativas de la infraestructura deportiva. Para esto se establece un marco conceptual, el cuál es necesario para interpretar la problemática identificada y entender el por qué la ausencia de un modelo especializado ha repercutido de manera recurrente en sobrecostos, retrasos y fallas de calidad en proyectos como el Estadio Municipal de Mosquera.

1.1 Planteamiento del problema

En Colombia los proyectos de infraestructura deportiva (específicamente estadios de fútbol con aforo máximo de 10.000 espectadores) se enfrentan a desafíos trascendentales que superan lo técnico. Aunque estas obras son fundamentales para el desarrollo social y deportivo del país, su ejecución se ve frecuentemente afectada por problemas regulatorios, operativos y de gestión. Así lo han demostrado proyectos emblemáticos como el Estadio de Fútbol Marino Klinger de Buenaventura, el Estadio Pascual Guerrero de Cali y el Centro de Alto Rendimiento de Bogotá los cuales han experimentado retrasos y pérdidas considerables comprometiendo su sostenibilidad y finalización dentro de los plazos previstos. Estos retrasos se atribuyen a la falta de un modelo específico para evaluar riesgos durante la fase de planeación, lo que dificulta la identificación, evaluación y mitigación de riesgos o amenazas que puede haber en este tipo de proyectos.

Las auditorías (el principal mecanismo para prevenir problemas) rara vez prevén los problemas críticos de agotamiento de recursos, falta de coordinación entre las partes o conflictos contractuales. Algunos fallos repetidos son una pobre planificación inspiradora, falta de monitoreo de riesgos y poco énfasis en el progreso del trabajo y la calidad. Tales deficiencias, así como la ausencia de coordinación entre contratistas, agencias gubernamentales y órganos de control, resultan en obstáculos burocráticos y causan retrasos en el abordaje de un problema.

Además, la mala gestión de fondos resulta en una falta de liquidez para contingencias (parálisis de obras) y aumenta los problemas técnicos que, con el tiempo, serían detectados y resueltos.

A nivel internacional también se han identificado problemas muy parecidos en la planificación y supervisión de estadios, lo que demuestra que esta situación no es exclusiva de Colombia. Por

ejemplo, en Brasil, durante las obras para el Mundial de 2014, varios estadios presentaron sobrecostos superiores al 50% y retrasos que obligaron a hacer aperturas parciales debido a fallas en el control del riesgo y en la gestión de contratistas. Algo similar ocurrió en Sudáfrica en 2010, donde auditorías posteriores mostraron problemas en la estimación de costos, fallas en el diseño inicial y riesgos contractuales que no fueron anticipados. De igual forma, en países europeos con más tradición en infraestructura deportiva también se han reportado dificultades. El estadio Tottenham Hotspur en Londres, por ejemplo, tuvo retrasos significativos y un incremento considerable en su presupuesto por problemas técnicos que no se identificaron a tiempo y por fallas de coordinación entre contratistas. Estos casos muestran que, incluso con presupuestos grandes y equipos técnicos amplios, si no se aplica un modelo claro de gestión de riesgos desde la fase de planeación, los proyectos terminan enfrentando dificultades muy similares a las que vemos aquí.

Es la ausencia de un modelo de gestión integrada de riesgos ajustado a estadios deportivos con hasta 10,000 espectadores lo que crea dudas durante la implementación, amenazando la calidad, la seguridad y el cumplimiento de las normas. Esta situación plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son los principales problemas en la gestión de riesgos en la interventoría de proyectos de estadios de fútbol en Colombia y cómo puede la integración de modelos de gestión de riesgos contribuir a superar estos obstáculos y asegurar la finalización exitosa de dichas obras? En esta investigación se hizo una combinación entre los modelos PMBOK v6 y Risk Management Framework (RMF) complementados con vigilancia tecnológica y análisis de casos para desarrollar un procedimiento no contemplado anteriormente en este contexto. Los aportes se orientan a la creación de un nuevo procedimiento que optimice el uso de recursos públicos, disminuya la desconfianza en la ejecución y garantice el cumplimiento de estándares de calidad.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Desarrollar un modelo integrado de gestión de riesgos para proyectos de construcción de estadios de fútbol con capacidad máxima de 10,000 espectadores y financiación pública en Colombia, mediante la adaptación articulada de los modelos PMBOK (v6) y Risk Management Framework (RMF), complementada con vigilancia tecnológica y análisis de casos, para lograr menor incertidumbre en la ejecución, uso óptimo de recursos públicos y el cumplimiento de estándares de calidad.

1.2.2 Objetivos específicos

Establecer los mecanismos para la identificación de riesgos en la interventoría de proyectos de infraestructura deportiva, mediante la aplicación de matrices de impacto-probabilidad y vigilancia tecnológica, con el fin de priorizar las amenazas críticas que afectan el cumplimiento de plazos, costos y calidad en la construcción de estadios.

Diseñar las herramientas y técnicas para la formulación de estrategias de respuesta a riesgos en interventorías de infraestructura deportiva, mediante el análisis comparativo del PMBOK® (v6) y el Risk Management Framework (RMF), con la selección y aplicación de medidas efectivas para el control proactivo de riesgos en proyectos de estadios.

Desarrollar un mecanismo de monitoreo y control de riesgos aplicables a interventorías de infraestructura deportiva, mediante la integración de herramientas de seguimiento continuo (como matrices de trazabilidad y sistemas de alerta temprana), para la detección oportuna de desviaciones y la implementación de acciones correctivas durante la ejecución de proyectos de estadios.

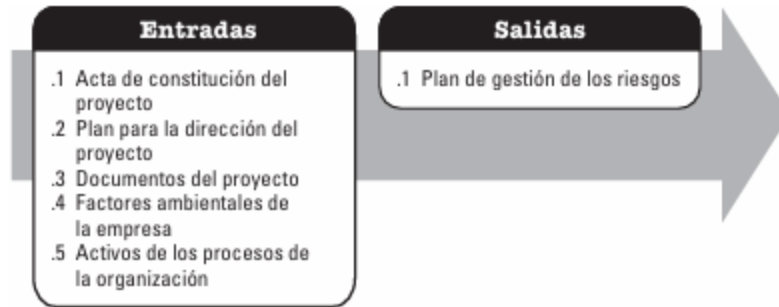
2. Marco referencial

2.1 Marco teórico

Con base en la definición que da el PMBOK versión 6, “La gestión de los riesgos del proyecto incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión de riesgos, así como la identificación análisis, planificación de respuesta y control de los riesgos de un proyecto” que la gestión de los riesgos en un proyecto persigue dos propósitos esenciales: por un lado, potenciar la probabilidad y el impacto de los eventos que representen oportunidades y el otro sería reducir tanto la posibilidad de ocurrencia como las consecuencias de los eventos que puedan representar amenazas para los objetivos del proyecto. En este sentido, la aplicación adecuada de las directrices del capítulo de Gestión de Riesgos de la Guía del PMBOKv6 resulta fundamental, tanto para el desarrollo del proyecto como para las dinámicas internas de la organización. Dichas directrices ofrecen un conjunto de herramientas y prácticas que permiten abordar la incertidumbre de manera estructurada y anticipada, fortaleciendo la toma de decisiones y el desempeño general del proyecto.

Además, también nos dice la guía que “Planificar la Gestión de los Riesgos es el proceso de definir cómo realizar las actividades de gestión de riesgos de un proyecto. El beneficio clave de este proceso es que asegura que el nivel, el tipo y la visibilidad de gestión de riesgos son proporcionales tanto a los riesgos como a la importancia del proyecto para la organización y otros interesados. Este proceso se lleva a cabo una única vez o en puntos predefinidos del proyecto”

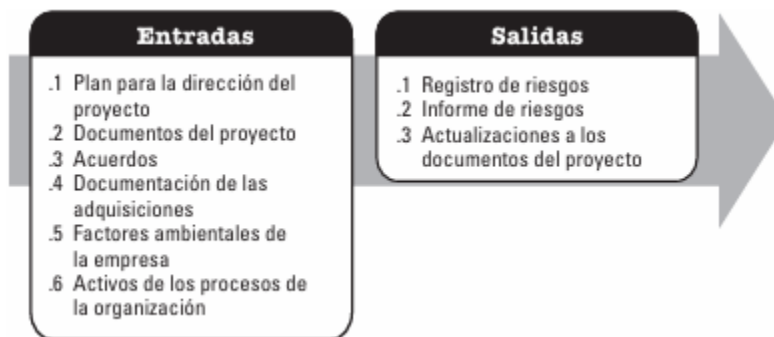
Figura 1. *Planificar la gestión de riesgos: Entradas y salidas*



Fuente. (PMI, 2017)

Luego se deben identificar estos riesgos y el proceso de identificación de riesgos consiste en reconocer los eventos o condiciones que pueden afectar de manera individual al proyecto, así como aquellas situaciones que generan el riesgo global del mismo, dejando constancia detallada de sus características. Su principal aporte es permitir que estos riesgos queden claramente registrados, lo que facilita su análisis y seguimiento posterior. Además, este proceso proporciona la información necesaria para que el equipo del proyecto pueda preparar y ejecutar respuestas oportunas frente a los riesgos detectados.

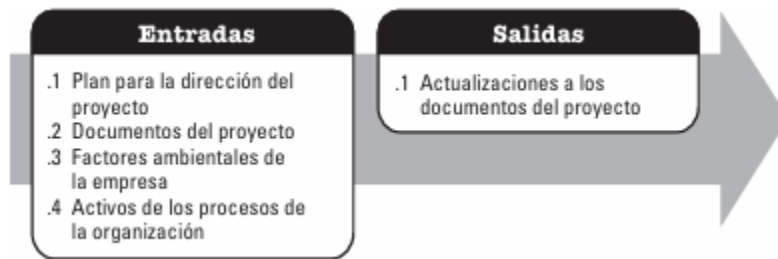
Figura 2. *Identificar los riesgos: Entradas y salidas*



Fuente. (PMI, 2017)

Además de esto se deben realizar lo análisis cualitativo y cuantitativo

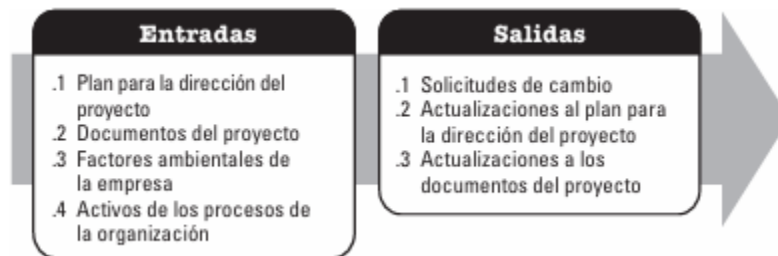
Figura 3. *Análisis cualitativo y cuantitativo*



Fuente. (PMI, 2017)

Luego se debe realizar la respuesta a estos riesgos como dice la guía, “Planificar la Respuesta a los Riesgos es el proceso de desarrollar opciones, seleccionar estrategias y acordar acciones para abordar la exposición al riesgo del proyecto en general, así como para tratar los riesgos individuales del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que identifica las formas adecuadas de abordar el riesgo general del proyecto y los riesgos individuales del proyecto. Este proceso también asigna recursos e incorpora actividades en los documentos del proyecto y el plan para la dirección del proyecto, según sea necesario”

Figura 4. *Planificar la respuesta a los riesgos: Entradas y salidas*



Fuente. (PMI, 2017)

Finalmente, las necesidades del proyecto determinan qué componentes del plan para la dirección del proyecto y qué documentos del proyecto son necesarios.

En cuanto a la gestión de riesgos según el RMF “El propósito de la gestión de riesgos dentro del dominio del proyecto es apoyar la entrega óptima de los resultados del proyecto que

conduzcan al logro de los beneficios para los cuales se llevó a cabo el proyecto. Además, la gestión de riesgos ayuda a garantizar que la entrega de estos resultados se produzca dentro de las restricciones identificadas para el proyecto.

Los proyectos están orientados a crear un producto, servicio o resultado único. Los riesgos del proyecto son desencadenados por la incertidumbre en algunas de las actividades operativas y los factores ambientales de la empresa. El éxito del proyecto se determina y evalúa en función de la capacidad para ofrecer un resultado tangible. Por lo tanto, los riesgos que se gestionan a nivel del proyecto se evalúan y toman en consideración de acuerdo con su posible impacto en la capacidad de entregar un resultado tangible. La evaluación y el análisis de los riesgos se centran a nivel táctico, y todas las demás consideraciones en términos de impacto en el valor esperado o la creación de beneficios son escalados al nivel de gobernanza del portafolio o programa.

Los equipos del proyecto deben tener visibilidad de los objetivos estratégicos que llevaron a su autorización. Esto permite una dirección de proyectos efectiva y proactiva y la presentación de informes sobre oportunidades y amenazas clave que podrían afectar potencialmente los objetivos.” (P 75)

“Los procesos de Monitoreo y Control hacen seguimiento, analizan y regulan el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes.

La gestión de riesgos apoya los esfuerzos para garantizar la integridad y confiabilidad de los informes. Por otro lado, los procesos de identificación, análisis y monitoreo de riesgos utilizan

los datos e información de desempeño como entradas clave que ayudan a identificar, analizar y monitorear los riesgos.” (p. 80)

Para la construcción del estado del arte se realizó una investigación documental detallada entre informes técnicos, artículos y publicaciones relacionadas las cuales abordan la gestión de riesgos en proyectos de infraestructura y en estadios. De cada uno se extrajo información importante la cual se detalla a continuación:

- Riesgo de incendio en estadios: plantea cuatro modelos de evaluación de riesgos (MDPI, 2023).

Este artículo propone cuatro metodologías de evaluación aplicadas a la gestión de riesgos, particularmente incendios, en escenarios deportivos, teniendo en cuenta diferentes variables como las condiciones estructurales, humanas y operativas. Esta información aporta a nuestra tesis ya que nos sirve para el planteamiento de la fase de identificación y análisis del modelo de gestión de riesgos propuesto, incluyendo factores de contingencia y seguridad aplicables a estadios.

- Comparación entre la gestión de riesgos en cinco proyectos del Cauca, Colombia (MDPI, 2020).

Este estudio analiza cómo se pueden implementar prácticas estructurales de gestión de riesgos de tal forma que influya en el éxito de los proyectos, en este caso en las comunidades del Cauca. Este documento es relevante ya que evidencia la relación entre el control financiero y la madurez organizacional, lo cual aporta a la tesis para contextualizar la justificación de un modelo integral de gestión de riesgos adaptado al contexto colombiano.

- Evaluación del riesgo de demanda en la construcción o rehabilitación de estadios para mega eventos (Taylor y Francis, 2013).

En este artículo se analizan los riesgos relacionados a los proyectos deportivos referenciando la interacción entre la inversión pública y privada. Esta información puede ser utilizada en la tesis ya que fundamenta el componente económico y financiero del modelo, además, se resalta como la falta de planeación del riesgo puede comprometer la sostenibilidad de los proyectos de infraestructura deportiva.

- Gestión de riesgos empresariales y toma de decisiones en contextos de incertidumbre (Vilnius Tech, 2019).

Este artículo se enfoca en la priorización y percepción del riesgo relacionándolo con la eficiencia en la toma de decisiones. Su aporte a la tesis es que se enfoca en sustentar la necesidad de una visión estratégica y directiva por parte de la interventoría, con el fin de fortalecer el marco conceptual del modelo.

- Adaptación de modelos de gestión de riesgos a contextos locales en Colombia (Ossa, 2024).

Esta fuente analiza como los modelos internacionales existentes deben ser adaptados en Colombia a las condiciones normativas, institucionales y sociales del país. Su aporte en la tesis radica en la justificación de la adaptación del PMBOK v6 y del RMF al contexto nacional, destacando la aplicabilidad práctica del modelo propuesto.

- Gestión de riesgos Natech en entornos industriales (ScienceDirect, 2020).

Este artículo abarca los riesgos Natech - eventos tecnológicos derivados de fenómenos naturales – y como esto ha sido de gran impacto en los proyectos de infraestructura. En nuestra tesis, se utiliza esta referencia para fortalecer el componente ambiental y natural del modelo, con el fin de ampliar la cobertura de las variables externas que influyen en el análisis de riesgos las cuales no son controlables.

- Análisis biométrico para disminuir el riesgo en estadios (SciELO, 2021).

Este estudio implementa la aplicación de sistemas biométricos como herramienta de supervisión en estadios principalmente para el control de violencia e incidentes de seguridad en escenarios deportivos. Esta información es de gran valor para el aporte de la tesis, ya que propone sistemas que pueden ser incluidos en el monitoreo y control de riesgos el cual es aplicable en las fases operativas de la interventoría.

- Políticas sobre cambio climático y gestión de riesgos (ScienceDirect, 2022).

Este artículo analiza la influencia de las políticas públicas en la gestión de riesgos climáticos, esta información se utiliza en esta tesis con el fin de nutrir el enfoque normativo y de sostenibilidad ambiental en el modelo, afirmando el lineamiento con las normativas internacionales de mitigación de riesgos enfocados en el marco del cambio climático.

- Modelo de evaluación de riesgos de interventoría (International Journal of Economics and Business Administration, 2023).

Este artículo desarrolla la aplicación de un modelo para medir riesgos asociados a la interventoría en proyectos de financiación pública. Esta información se implementa en la tesis ya que sirve para estructurar la fase de evaluación y priorización del modelo, destacando la importancia de la interventoría en el contexto de la identificación temprana de riesgos.

- El modelo de riesgo de auditoría y la planificación de auditorías (The Accounting Review, 2009).

Esta fuente identifica la influencia de la planificación de inversiones y control financiero en el modelo de riesgo en interventoría de proyectos de infraestructura deportiva, esta información aporta a la tesis ya que nos permite identificar los principios aplicados en el artículo al contexto de la gestión de riesgos contractual y financiera en proyectos de infraestructura deportiva.

- Auditoría inteligente con inteligencia artificial y big data: sistema BP-AdaBoost (IEEE Xplore, s. f.).

Este artículo explica la aplicación del algoritmo BP-AdaBoost, el cuál es un algoritmo de aprendizaje automático que fortalece los procesos de interventoría mediante la identificación de patrones de riesgo en la información suministrada. Esto nos sirve en la tesis como base conceptual en el componente de monitoreo, enfocado en la detección de alertas tempranas en el modelo de gestión de riesgos, facilitando una interventoría continua y predictiva.

- Auditoría interna financiera desde la perspectiva de la gestión de riesgos (Clausius Press, s. f.).

El documento estudia la relación entre la interventoría y la gestión de riesgos en instituciones públicas, destacando la importancia de la transparencia en la ejecución del presupuesto y el control financiero. Esta información aporta en la tesis ya que ayuda a identificar el funcionamiento del seguimiento financiero y su control contractual, asegurando que la gestión de riesgos en el modelo propuesto incluya también los riesgos financieros que pueda tener el proyecto.

- Interfaz entre modelado de sistemas y gestión de riesgos para la mejora del desempeño del proyecto (ScienceDirect, 2020).

Este estudio analiza la integración de diferentes modelos de sistemas en relación con las variables de desempeño (como calidad, productividad y costo), enfocado en los riesgos operativos. Esta información es utilizada en la tesis con el fin de complementar la fase de retroalimentación continua, garantizando una gestión dinámica de los indicadores de desempeño durante todas las fases de la obra.

- Modelo de evaluación de riesgos difusos para obras de pequeña escala (MDPI, 2022).

Esta fuente estudia el enfoque de la lógica difusa, la cual permite cuantificar el riesgo de incertidumbre en proyectos donde no se suministra una información completa. Esto es de gran aporte a la tesis ya que la información se puede integrar en la evaluación de riesgos del modelo, priorizando una metodología adaptable a los proyectos con limitación de datos.

- Gestión inteligente de riesgos: revisión sistemática de brechas y tendencias (IEEE Xplore, 2022).

Esta investigación hace una revisión detallada y sistemática en la evolución de la gestión de riesgos, identificando tendencias de integración analítica de datos y brechas existentes en los modelos actuales, destaca la importancia del modelado BIM como bases fundamentales de las revisiones previas. Esta información es de utilidad en la tesis ya que fundamenta la incorporación de tecnologías emergentes dentro del modelo de gestión propuesto.

- Modelo multidimensional formalizado del proceso de gestión de riesgos (MMRMP) (Taylor y Francis, 2019).

Este artículo fundamenta un modelo estructurado que abarca todas las etapas del proceso de gestión de riesgos, enfocándose en la identificación, la mitigación y el control. Esto aporta a la tesis ya que brindan una guía metodológica para la organización de las fases de un modelo integral, el cuál asegura una secuencia coherente y adaptable a la interventoría de obras públicas.

- Implementación de la gestión de riesgos en las pequeñas y medianas empresas de construcción del Reino Unido (Rostami, et ál., 2015).

Esta fuente suministra información de los desafíos y estrategias de implementación en la gestión de riesgos, enfocado en las empresas del sector de la construcción. Esta información aporta

a la tesis ya que explican la adaptación del modelo a contratistas locales, quienes usualmente participan en la ejecución de estadios fomentando así la aplicabilidad del modelo a un contexto real.

- Gestión de riesgos en proyectos de construcción modular (Taylor y Francis, 2023).

Este estudio analiza un modelo de decisión multicriterio que busca seleccionar estrategias de mitigación de riesgos en proyectos de construcción modular. Su relevancia en la tesis consiste en orientar la toma de decisiones estratégicas dentro del modelo, teniendo en cuenta criterios como plazo, seguridad y costo.

- Revisión comparativa de métodos deterministas y probabilísticos en la gestión de riesgos de la construcción (MDPI, 2023).

Este artículo estudia y evalúa la efectividad de los enfoques que determinan la probabilidad aplicados a la gestión de riesgos. En la tesis la información puede ser utilizada para diseñar el análisis cuantitativo del modelo, ya que permite combinar ambas metodologías con el fin de aumentar la precisión en la estimación de riesgos críticos.

- Desarrollo de un panel de control de seguridad en la construcción basado en modelado 4D-BIM para la prevención de caídas (MDPI, 2024).

Esta fuente analiza la creación de paneles de control audiovisual en un entorno enfocado en la tecnología BIM, la cual permite identificar y prevenir accidentes en zonas de trabajo en alturas, como cubiertas de estadios. Esto es de utilidad en la tesis ya que aporta en la formulación de un tablero de control del modelo, el cual permitiría el monitoreo de riesgos en tiempo real.

- Modelo probabilístico de identificación y evaluación de riesgos para proyectos de construcción mediante redes bayesianas (Khodabakhshian, et ál., 2025).

Este documento analiza el enfoque de las redes bayesianas para tener una actualización dinámica de las probabilidades de ocurrencia y severidad de los riesgos según con la información recopilada. Su aporte en la tesis se sustenta en que propone un componente de aprendizaje adaptativo al modelo propuesto, el cual se actualiza continuamente aportando en la identificación y evaluación de riesgos.

Tabla 1. *Conclusiones del estado del arte*

Grupos	Artículos	Conclusión
1. Gestión de Riesgos con Tecnología Avanzada	1. Lu et ál. (2023) – Machine Learning (SHAP) para riesgos de incendio en estadios. 11.Wang (2024) – Predicción de riesgos en auditorías con machine learning. 14. Liao et ál. (2022) – Revisión de gestión inteligente de riesgos en construcción. 20. Machfudiyanto et ál. (2024) – Dashboard de seguridad basado en BIM. 21. Khodabakhshian et ál. (2025) – Modelo bayesiano para riesgos en construcción.	Estos artículos utilizan tecnologías emergentes como BIM, análisis predictivo y aprendizaje automático (SHAP) para optimizar la mitigación de riesgos en proyectos de construcción, principalmente en estadios. En la conclusión coinciden en que estas herramientas aumentan la precisión y eficiencia a la gestión de riesgos.

Grupos	Artículos	Conclusión
2. Gestión de Riesgos en Contextos Específicos (Colombia y PPPs)	2. Rodríguez-Rivero et ál. (2020) – Riesgos y éxito de proyectos en Colombia. 3. Cabral & Silva (2013) – Rol de gobiernos en PPPs para estadios. 4. Blanco-Mesa et ál. (2019) – Gestión de riesgos en empresas colombianas. 5. De La Ossa et ál. (2024) – Adaptación de modelos a contextos locales. 6. Suarez-Paba et ál. (2020) – Riesgos tecnológicos/naturales en Colombia. 8. Howland & Coq (2022) – Políticas de riesgo y cambio climático.	Estos artículos coinciden en la necesidad de adaptar modelos a factores políticos, económicos y ambientales, junto con la importancia de la coordinación entre actores públicos y privados, además se enfocan en la gestión de riesgos en entornos más específicos, como proyectos locales con participación pública.
3. Modelos y Marcos Teóricos para Auditoría y Control de Riesgos	9. Arzhenovskiy et ál. (2019). – Modelo de evaluación de riesgos en auditorías. 10. Houston et ál. (1999) – Modelos de riesgo en decisiones de auditoría. 12. Wang (2023) – Auditoría interna basada en riesgos.	Estos artículos buscan modelos estructurados con el fin de evaluar riesgos en interventoría, resaltando la eficiencia organizacional y el impacto en la toma de decisiones. Además, se enfocan en que estos modelos sean aplicables en la interventoría de proyectos en construcción
4. Enfoques Prácticos para la Gestión de Riesgos en Construcción	13. Al-Kaissy et ál. (2020). – 20 años de modelado de riesgos en construcción. 14. Topal & Atasoylu (2022) – Modelo de lógica difusa para obras pequeñas. 16. Tepeli et ál. (2019) – Modelo multidimensional para proyectos complejos. 17. Rostami et ál. (2015) – Gestión de riesgos en PYMEs de construcción. 18. Khodabocus & Seyis (2023) – Decisión multicriterio para construcción modular.	Estos artículos relacionan metodologías y herramientas prácticas para la gestión de riesgos en proyectos de infraestructura, enfatizan en aplicar modelos simplificados que tengan como resultado la adaptabilidad y la integración de diversos criterios clave para el éxito del proyecto

Grupos	Artículos	Conclusión
5. Seguridad y Riesgos en Estadios	19. Khodabakhshian et ál. (2023) – Enfoques deterministas vs. probabilísticos.	Estos artículos se basan en riesgos específicos de los estadios, enfocando la prevención de accidentes mediante la seguridad estructural. Desarrollan un panel de control de seguridad en la construcción basado en modelado de información de construcción
	7. Ensslin et ál. (2012) – Seguridad en estadios (análisis bibliométrico). 20. Machfudiyanto et ál. (2024) – Prevención de caídas en estadios con BIM.	

Conclusiones estado del arte

- El uso de herramientas como “machine learning”, SHAP y BIM son tecnologías emergentes aplicables en el contexto colombiano, por lo que adaptarlas a los proyectos de infraestructura deportiva ayudaría a optimizar la identificación y mitigación de riesgos en proyectos de construcción.
- En los proyectos de infraestructura deportiva es indispensable la coordinación entre entidades gubernamentales y contratistas privados, como se menciona en Cabral y Silva (2013) existe la necesidad de mecanismos claros de colaboración y comunicación para mitigar riesgos asociados a descoordinación y conflictos contractuales.
- La seguridad estructural y la prevención de accidentes son los riesgos recurrentes en estadios, tal como se menciona en Ensslin et ál., (2012) y Machfudiyanto et ál., (2024), por lo que a la hora de evaluar la gestión del riesgo se deben proporcionar estrategias prácticas que aseguren estándares de calidad y seguridad aplicadas para la construcción de estadios en Colombia.
- Los enfoques de los modelos estructurados para la interventoría pueden ser integrados en la gestión de riesgos, ya que destacan la utilidad de las auditorias para

mejorar la eficiencia en la toma de decisiones y en el control de presupuesto y amenazas de incumplimiento

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Gestión de riesgos

En la construcción de estadios deportivos, se requiere una gestión sistémica de riesgos con el objetivo de prever, analizar y reducir las problemáticas que afectan los cronogramas, costos o calidad de las obras. Por lo tanto, se propone combinar los lineamientos de la guía PMBOK (versión 6) y el Risk Management Framework (RMF) junto con vigilancia tecnológica y estudios de caso. El objetivo es reducir la incertidumbre y hacer un mejor uso de los recursos públicos en comparación con el actual desperdicio de estos.

El trasfondo analizado aquí revela que los proyectos deportivos en nuestro país tienen problemas comunes: construir un estadio emblemático a veces es más lento de lo previsto, como ocurrió con el estadio Marino Klinger de Buenaventura, el Pascual Guerrero en Cali y la CAR en Bogotá. Esta dificultad está relacionada con la detección insuficiente de riesgos tempranos, la falta de coordinación interdepartamental y la mala gestión de los presupuestos asignados. Los informes de la Contraloría General de la República (2019) y del Ministerio del Deporte (2020) apoyan esta observación y piden que se fortalezcan aún más los sistemas de control y supervisión.

El PMBOK (v6) enumera los pasos principales en la gestión de riesgos: define el riesgo, elabora un plan para gestionar los riesgos y continúa monitoreándolos. Entre las herramientas más efectivas se encuentran la matriz de probabilidad e impacto y el diagrama de causa y efecto, que permite priorizar y clasificar los riesgos respecto a su impacto en el proyecto.

Si bien no existe un enfoque único para la gestión de riesgos, el RMF recomienda hacer una revisión en ciclos, a través de un proceso en el que el organismo pueda evaluar su futuro y hacer cambios oportunos. Esto es aplicable a entornos de alta incertidumbre como proyectos de construcción ya que puede manejar condiciones a medida que se desarrollan en lugar de modelar después del hecho.

La combinación de los dos modelos trae dos ventajas: la gestión puede organizarse desde la planificación (PMBOK) y el control dinámico activo se mantiene durante la ejecución (RMF). Por lo tanto, es adecuado para operaciones en tiempo real como las aplicadas en estadios deportivos.

El modelo contractual de proyecto de infraestructura deportiva tiene una base legal sólida y es la promulgación de legislación especializada, como la ley del deporte (Ley 181, 1995) y el Decreto 1082 de 2015, que cubren asuntos relacionados con los procedimientos de contratación pública, detrás de los cuales su promulgación fue anticipada desde el principio.

Fortalecer la gobernanza y el uso responsable de los recursos públicos son aspectos importantes que no pueden pasarse por alto para un proyecto que busca lograr un desarrollo sostenible en la infraestructura deportiva en Colombia. Los riesgos financieros son particularmente delicados cuando la financiación proviene del sector público, ya que la transparencia y el control del presupuesto son cruciales (2007). Además, existen requisitos regulatorios, como la ley del deporte (Ley 181, 1995) y el Decreto 1082 de 2015 sobre contratación pública, que deben incluirse en el modelo para garantizar el cumplimiento legal.

La propuesta no solo busca abordar las deficiencias técnicas y operativas, sino también fortalecer la gobernanza y el uso responsable de los recursos públicos, aspectos vitales para avanzar hacia el desarrollo sostenible de la infraestructura deportiva en Colombia. En cuanto a la

infraestructura deportiva, a menudo se clasifican los riesgos en tres tipos: técnicos (problemas de diseño o uso inadecuado de materiales), operativos (dificultades de coordinación entre las partes interesadas) y financieros (desviaciones en el uso de recursos o falta de liquidez).

Este modelo de estudio adopta las ventajas del PMBOK y del RMF, añadiendo elementos como matrices de trazabilidad y sistemas de alerta temprana para facilitar el monitoreo continuo. La característica innovadora radica en su capacidad para ofrecer orientación sobre cómo monitorear oportunamente la construcción de estadios de capacidad media, que rara vez se mencionan en la literatura académica sobre gestión de riesgos, pero representan un tipo importante de proyecto para la producción de técnicas innovadoras de software u otros productos.

El apoyo técnico y financiero son importantes en esta etapa. La vigilancia tecnológica es importante en esta área, ya que permite comparar con la experiencia internacional y reunir las mejores prácticas. Esto puede ayudar a eliminar las debilidades de la metodología tradicional, que a menudo es demasiado general e inadecuada para el mundo real de la infraestructura deportiva en Colombia.

2.2.2 Gestión de Riesgos en proyectos de Infraestructura

En Colombia los proyectos de infraestructura deportiva como la construcción de estadios de fútbol, tienen una responsabilidad fundamental referente a la gestión de riesgos, ya que es indispensable considerar la investigación, mejora y control de las circunstancias potenciales que podrían afectar los tiempos de entrega, los costos y la calidad del proyecto.

La construcción de escenarios deportivos enfrenta un nivel de complejidad elevado debido a las características técnicas de sus estructuras, la participación de múltiples actores y las altas

exigencias funcionales que deben cumplir. Esta combinación de factores genera riesgos que, para efectos de su gestión, pueden agruparse en cuatro categorías principales:

- **Riesgos técnicos:** Estos surgen del diseño, la ingeniería y los procesos de construcción que se derivan de estos. Se generan cuando hay errores en el diseño original o en la elección incorrecta de materiales, en cuanto a los estadios, factores como la capacidad estructural para gestionar cargas dinámicas de incidentes masivos y el cumplimiento con las normativas sísmicas son fundamentales.
- **Riesgos operativos y logísticos:** Están relacionados con la compleja coordinación de contratistas, supervisores y departamentos gubernamentales. Estos también pueden surgir de interrupciones debido a procedimientos de autorización que retrasan el trabajo una vez iniciado o por inconsistencias entre el cronograma de una actividad y los recursos financieros. Un caso particularmente conocido fue en el Estadio Marino Klínger de Buenaventura, donde los problemas de coordinación condujeron a largos períodos de inactividad.
- **Riesgos financieros:** Estos riesgos están frecuentemente asociados a la gestión de recursos públicos estatales. Desde un punto de vista financiero, son estimaciones de costos inexactas, desviaciones del presupuesto y escasez de efectivo debido a eventos imprevistos. El Auditor General del Estado (2019) enfatizó que aproximadamente el 60% de las instalaciones deportivas en Colombia han experimentado sobrecostos causados en realidad por una actitud reactiva más que proactiva ante estos problemas.
- **Riesgos externos:** Estos son eventos que ocurren fuera del control inmediato del proyecto, pero pueden influir en él, como cambios en la normativa o fenómenos

meteorológicos atípicos. La inestabilidad en la economía de Colombia o las condiciones ambientales son dos factores que pueden tener una influencia muy sustancial sobre la ejecución del proyecto.

Así mismo, en este tipo de infraestructura se debe tener en cuenta tres características particularmente en estadios referente a la gestión de riesgos, el primer aspecto relaciona la alta exposición pública y la naturaleza emblemática, ya que estas construcciones pueden sufrir fallos técnicos que a su vez pueden representar un problema político. El segundo aspecto menciona el uso de recursos públicos, ya que al ser financiación pública debe estar sometido a medidas de transparencia y control estrictas con el fin de evitar sobrecostos. Por ejemplo, el estadio Pascual Guerrero en Cali, donde los auditores encontraron desviaciones e irregularidades en el presupuesto del 30% aproximadamente. La tercera característica hace referencia a los estándares de seguridad estrictos, ya que estos deben ser aplicados desde los planes de evacuación masiva hasta la conformidad con normas internacionales impuestas por la FIFA para campos y tribunas principalmente. Esto representa que los encargados deben garantizar y proponer su propio plan de trabajo el cuál incluya procedimientos ordenados que en su mayoría requieren capacitación especial.

2.2.3 Gestión de riesgos en interventoría de obras civiles

La interventoría en obras civiles es un método importante para el control y supervisión técnica, administrativa y financiera que garantice el cumplimiento de los estándares de plazos, calidad y costos establecidos en los proyectos de infraestructura. En Colombia hay megaproyectos como estadios deportivos que han tenido problemas de ejecución, en donde la gestión de riesgos

en la interventoría se convierte en un elemento fundamental para una detección oportuna y mitigación de riesgos que puedan afectar el éxito del proyecto.

La interventoría como control independiente tiene riesgos específicos que difieren de aquellos propios de la ejecución directa de la obra. Estos riesgos pueden agruparse en tres dimensiones principales:

Riesgos técnicos de la supervisión: Estos contemplan la debilidad en la formación técnica del equipo para detectar desviaciones, limitaciones en los métodos de inspección y muestreo y los errores en la interpretación de los términos técnicos y normativas.

Riesgos de gestión contractual: Hacen referencia al conflicto de intereses entre la supervisión, los contratistas y entidades gubernamentales, retrasos en la emisión de opiniones y aprobaciones e inconsistencias en la aplicación de cálculos y sanciones.

Riesgos financieros de gestión: Incluye el control insuficiente sobre los pagos, la verificación incorrecta de los volúmenes de trabajos realizados y los problemas con la revisión de precios unitarios y ajustes contractuales.

Metodologías para la Gestión de Riesgos en Interventoría

Para gestionar los riesgos en la supervisión de la construcción de estadios se requiere un enfoque que responda las particularidades en la ejecución de estos proyectos de infraestructura. El proceso debe tener metodologías específicas que reflejen una naturaleza preventiva de la gestión y control, la cual distinga la supervisión técnica. Además, es importante la creación de matrices de riesgos especializadas, diseñadas para evaluar no sólo la probabilidad y posibles consecuencias, sino también variables clave como la complejidad técnica de los elementos a inspeccionar y su solidez financiera. Estas matrices deben ser dinámicas, para adaptarse a las diferentes etapas del trabajo desde la creación hasta los últimos detalles.

El uso de protocolos de acción estandarizados también es un pilar fundamental, ya que deben abordar todos los aspectos críticos de la interventoría, incluyendo procedimientos detallados de muestreo y ensayos de laboratorio a los materiales, así como la verificación del cumplimiento de cronogramas y el control del progreso físico y financiero. La detección de la alerta temprana es uno de los componentes clave, puesto que se deben proporcionar informes de rendimiento que puedan detectar a tiempo desviaciones de las especificaciones técnicas, tendencias a retrasos en los cronogramas, o cambios significativos en el presupuesto. Específicamente, estos elementos deben combinarse con tecnologías innovadoras, como la captura de imágenes georreferenciadas, plataformas digitales para el seguimiento de problemas y la identificación temprana de riesgos.

Cabe señalar que todos estos problemas se discuten dentro de un enfoque teórico que propone estrategias basadas en la prevención. Esto implica la participación anticipada de los supervisores de construcción en el análisis de las estructuras, la revisión oportuna de los cronogramas de trabajo y la evaluación previa de proveedores y contratistas. Además, se requiere un estricto mantenimiento de la documentación para asegurar el seguimiento de todas las decisiones y resultados. Esto conduce, en cierta medida, a la formación de plataformas soportadas por tecnologías digitales, que permitan una organización sistemática y un rápido acceso a la información.

El éxito de la supervisión administrativa depende en gran medida de su integración con la gestión general del proyecto. Esto se logra mediante la creación de un sistema unificado de comités técnicos, que conecta constantemente a representantes de la administración, los ejecutores y los propietarios, quienes, a través del análisis conjunto de alertas tempranas y coordinación para resolver problemas, pueden asegurar su éxito. Simultáneamente, es esencial implementar sistemas

de información unificados que permitan la consolidación de informes de progreso, el seguimiento de no conformidades y la actualización en tiempo real de los indicadores de riesgo.

2.2.4 Gestión de riesgos en interventoría de estadios en Colombia

Los modelos teóricos aplicables a esta problemática combinan enfoques tradicionales con ajustes específicos al contexto. El PMBOK Guide v6 proporciona la base metodológica para la identificación, el análisis y la planificación de respuestas ante los riesgos, mientras que el Risk Management Framework (RMF) ofrece herramientas guiadas al seguimiento y control continuo. Sin embargo, la naturaleza de los estadios deportivos exige el desarrollo de matrices de probabilidad e impacto adaptadas, sistemas de alerta temprana especializados y protocolos de supervisión creados para componentes críticos como graderías, campos de juego y sistemas de seguridad.

La incorporación de innovaciones tecnológicas está transformando los procesos de interventoría. El uso de Building Information Modeling (BIM) facilita la detección temprana de interferencias, los drones permiten una supervisión más ágil de los avances constructivos y los sensores IoT hacen posible el monitoreo estructural en tiempo real. A esto se suman metodologías avanzadas como el muestreo estadístico, los ensayos no destructivos y el análisis predictivo basado en big data, que fortalecen la precisión y eficacia en la gestión de riesgos.

Los casos de estudio en Colombia ofrecen aprendizajes relevantes. El Estadio Metropolitano hizo notar la necesidad de un estricto control de calidad estructural; en El Campín, las obras de remodelación mostraron las dificultades inherentes a la gestión de cambios; y el estadio de Buenaventura se convirtió en un ejemplo de los efectos que produce la falta de

supervisión en aspectos críticos como las cimentaciones o actividades preliminares y la administración contractual.

Desde la perspectiva teórica, una interventoría efectiva en proyectos de estadios debe ir más allá del enfoque tradicionalmente reactivo e incorporar elementos clave: especialización técnica en componentes deportivos, integración normativa, sistemas proactivos de control y aprovechamiento de herramientas tecnológicas.

2.2.5 Gestión de riesgos según PMBOK V6

De acuerdo con la Guía del PMBOK v6, se evidencia que ofrece un marco estandarizado y organizado para la gestión de riesgos, el cual permite ordenar de manera sistemática el trabajo de los equipos de proyecto. Los proyectos de infraestructura deportiva en Colombia, particularmente los estadios financiados con recursos públicos presentan dificultades asociadas a sobrecostos, fallas de coordinación y retrasos que podrían tener una detección temprana con una gestión de riesgos más rigurosa, por lo que el orden metodológico es de suma importancia en este proceso.

La guía PMBOK V6 se define como un flujo continuo el cual está compuesto por 6 pasos: planificar, identificar, analizar cualitativamente, analizar cuantitativamente, planificar la respuesta y monitorear/controlar. Este proceso es el que motiva la estructura del modelo, ya que garantiza que la interventoría no trabaje de manera improvisada, sino siguiendo un esquema de pasos progresivos que dan trazabilidad y sustentan las decisiones. En síntesis, lo que se adopta del PMBOK es un esqueleto metodológico que permite dar coherencia a las fases del modelo.

De esta guía se retoman herramientas clave:

El registro de riesgos, como repositorio centralizado donde se consignan amenazas y oportunidades, sus causas y posibles respuestas. En la tesis, este registro se convierte en el eje de comunicación entre la interventoría y los demás actores.

La matriz de probabilidad e impacto, que ofrece un mecanismo sencillo para priorizar riesgos. Esto resulta fundamental porque en los proyectos de estadios no es posible atender todos los riesgos al mismo nivel; algunos tienen consecuencias críticas sobre el cronograma o la seguridad, mientras que otros son de menor relevancia.

El análisis cualitativo y cuantitativo, que aporta criterios objetivos para dimensionar la magnitud de un riesgo y traducirlo en cifras o categorías verificables.

Aquí es donde el PMBOK marca la diferencia: al exigir que los riesgos se analicen, se prioricen y se vinculen con estrategias claras de respuesta, garantiza que no se queden como simples advertencias, sino que se transformen en herramientas de decisión.

De este modo, en el modelo propuesto se toma del PMBOK no solo la estructura secuencial, sino también el valor de contar con un lenguaje común. Al hablar de riesgos bajo categorías compartidas y con criterios homogéneos, se facilita la interacción entre interventores, contratistas y entes de control, reduciendo la ambigüedad y fortaleciendo la transparencia en el manejo de recursos públicos.

2.2.6 Gestión de riesgos según RMF

A diferencia de la guía PMBOK, el Risk Management Framework (RMF) aporta la dinámica continua y la flexibilidad que el modelo requiere para adaptarse a un entorno variante como el de los proyectos de infraestructura pública. Lo que destaca de esta guía es que la gestión

de riesgos no se entiende como una serie de pasos que inician y terminan, sino como un ciclo permanente de monitoreo, retroalimentación y mejora continua.

En el modelo, este enfoque se adopta para fortalecer la dimensión de seguimiento transversal, ya que la experiencia muestra que los proyectos de estadios enfrentan riesgos que no pueden ser anticipados en la planeación inicial: cambios en las condiciones del terreno, modificaciones normativas, presiones sociales o políticas, fenómenos climáticos extremos, entre otros. El RMF permite que, más allá de identificar y planear respuestas, la interventoría esté preparada para reconocer y gestionar riesgos residuales, secundarios o emergentes en cualquier momento del ciclo.

De este estándar se retoma el uso de indicadores de alerta temprana y de mecanismos de monitoreo que a su vez permitan detectar desviaciones antes de que se conviertan en incidentes graves. Así mismo, se contempla la importancia de evaluar de forma sistemática la eficacia de los controles y de determinar si el nivel de riesgo residual sigue siendo aceptable para la entidad contratante. Esto obliga a que la gestión de riesgos no quede congelada en un documento inicial, sino que se ajuste de manera constante. Por otra parte, se debe incluir la alineación de la gestión de riesgos con el apetito y la tolerancia al riesgo de la organización, lo que asegura que cada decisión se ajuste a los objetivos estratégicos de la entidad pública y al marco de transparencia que exige el manejo de recursos estatales.

El RMF, además, introduce con fuerza la idea de que la gestión de riesgos está directamente vinculada a la cultura organizacional. En el contexto de esta tesis, esto se traduce en la necesidad de que la interventoría promueva en todos los actores una mentalidad de prevención y no de reacción, en la que cada hallazgo de campo o desviación detectada sea visto como una oportunidad de aprendizaje y mejora.

En el modelo propuesto, la adopción del RMF permite superar la rigidez de los esquemas secuenciales. Mientras el PMBOK establece cómo organizar, priorizar y planear respuestas, el RMF asegura que este proceso se mantenga vivo a lo largo de la ejecución, con auditorías periódicas, retroalimentación constante y mecanismos de control que se adaptan a las condiciones reales del proyecto.

2.3 Marco legal

El marco legal de la interventoría de proyectos de infraestructura en Colombia constituye un conjunto integral, de normas que buscan obtener la transparencia, eficiencia, seguridad y calidad de las obras financiadas con recursos públicos. Estas abarcan aspectos contractuales, técnicos, administrativos, ambientales, laborales y sectoriales, y establecen los lineamientos que deben orientar la gestión de riesgos en la construcción y supervisión de estadios públicos con aforo menor a 10.000 espectadores.

Este marco es fundamental para asegurar que los proyectos cumplan con los estándares exigidos por la normatividad nacional y para respaldar la responsabilidad técnica y fiscal del interventor.

2.3.1 Normas de contratación estatal

Ley 80 de 1993 – Estatuto general de la contratación

La Ley 80 establece los principios que rigen la contratación estatal: transparencia, responsabilidad, selección objetiva, planeación y economía.

Ley 1150 de 2007

La Ley 1150 de 2007 mecanismos para fortalecer la eficiencia y la selección objetiva en la contratación

Decreto único reglamentario 1082 de 2015

Esta nos dice que la contratación estatal e incluye disposiciones específicas para la supervisión e interventoría en obras públicas

Decreto 019 de 2012

Aunque simplifica procedimientos administrativos, mantiene la obligatoriedad de interventoría en proyectos de infraestructura y exige la conservación de registros y trazabilidad documental

2.3.2 Normas de responsabilidad del interventor

Ley 1474 de 2011 – Estatuto anticorrupción

Esta establece sanciones penales, administrativas y fiscales para contratistas e interventores que incurran en omisiones, negligencias o actos que generen daño al patrimonio público

Ley 610 de 2000 – Responsabilidad fiscal

Esta define que los interventores pueden ser declarados responsables fiscales si, por acción u omisión, permiten sobrecostos, deficiencias constructivas o pérdidas de recursos públicos

Ley 734 de 2002 - Código disciplinario único

Esta aplica a interventores que actúan bajo régimen disciplinario estatal

2.3.3 Normas técnicas para infraestructura deportiva

Se hace mención de las más importantes a la hora de realizar una obra civil:

Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – NSR-10

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

Reglamento Técnico de Iluminación – RETILAP

RAS – Reglamento Técnico del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico

NTC 2050: instalaciones eléctricas

NTC 1500: concretos

NTC 4114: cimentaciones

NTC 17025: laboratorios de ensayo

NTC para estructuras metálicas y procesos de soldadura

2.3.4 Normatividad deportiva sectorial

Normativa del ministerio del deporte

Normativas internacionales (FIFA o CONMEBOL)

2.3.5 Normativas ambientales y SISO

Ley 99 de 1993 – Sistema nacional ambiental

Esta establece las obligaciones ambientales de todo proyecto de infraestructura, incluyendo protección del recurso hídrico, manejo de residuos y prevención de impactos ambientales.

Licencia ambiental y planes de manejo ambiental (PMA)

Decreto 1072 de 2015 – Decreto único del sector trabajo

Esta es la que une las normas sobre la seguridad laboral en obras de construcción

Resolución 0312 de 2019

Esta define los estándares mínimos del SST como señalización, elementos PEP, control de trabajos en alturas, planes de emergencia, procedimientos seguros

3. Áreas de conocimiento

En el marco de este proyecto, el alcance se centró exclusivamente en el área de conocimiento de Gestión de riesgos, dado que el objetivo principal de la investigación consistió en desarrollar un modelo especializado reducir los riesgos en la interventoría de estadios financiados con recursos públicos en Colombia. La decisión de trabajar únicamente esta área responde a dos razones fundamentales: primero, porque los hallazgos del caso Mosquera

evidenciaron que las fallas del proyecto se originaron justamente en la ausencia de una gestión de riesgos estructurada y segundo porque el enfoque exigía profundizar en esta área para integrar los lineamientos del PMBOK y del RMF en un procedimiento aplicable a la interventoría. En consecuencia, los demás procesos y áreas de conocimiento definidas por el PMBOK no fueron abordados en esta investigación, ya que no hacían parte del alcance definido ni eran necesarios para la validez del modelo propuesto. Pero se deja abierta la posibilidad de que estos procesos puedan incorporarse en futuras investigaciones o desarrollos institucionales, particularmente en fases siguientes del proyecto académico o en iniciativas que busquen mejorar el modelo con otras áreas, o también nuevos trabajos de grado interesados en enfocarse en la gestión de proyectos de infraestructura deportiva.

3.1 Gestión de la integración del proyecto

La Gestión de la Integración del Proyecto no fue incluida dentro del alcance de esta tesis, ya que el estudio se centra exclusivamente en la gestión de riesgos aplicada a la interventoría. Aunque la integración es un área transversal que articula todas las demás áreas del PMBOK y, en efecto, influye indirectamente en la aparición de riesgos, su aplicación completa excede los objetivos definidos para este trabajo. En este caso, la prioridad es analizar y fortalecer los procesos relacionados con la identificación, el análisis y el tratamiento de los riesgos propios de la interventoría, por lo que se optó por no desarrollar esta área de conocimiento en detalle. De este modo, se mantiene el enfoque en los elementos que realmente aportan al modelo propuesto sin desviar el alcance hacia funciones de carácter más gerencial y estratégico.

3.2 Gestión del alcance del proyecto

La Gestión del Alcance del Proyecto no fue desarrollada en esta tesis debido a que el propósito principal del estudio se centra en la gestión de riesgos aplicada a la interventoría, y no

en la administración integral del proyecto. Si bien el alcance es un elemento fundamental que define qué se debe ejecutar y constituye una fuente importante de riesgos cuando presenta inconsistencias o cambios, su gestión completa implica procesos detallados como la definición, descomposición, verificación y control del alcance, los cuales superan el propósito delimitado del presente trabajo. En este caso, el enfoque se orienta únicamente a cómo los riesgos asociados al alcance afectan el rol de la interventoría, pero no a la planeación o gestión técnica del alcance en sí misma. Por ello, esta área de conocimiento no se implementó en el modelo propuesto.

3.3 Gestión del cronograma del proyecto

La Gestión del Cronograma del Proyecto no fue incluida dentro del desarrollo de esta tesis, dado que el enfoque central se orienta específicamente a la gestión de riesgos en el ámbito de la interventoría. Aunque los cronogramas representan una fuente significativa de riesgos especialmente por retrasos, actividades mal estimadas o dependencias críticas su gestión completa implica procesos detallados de secuenciación, estimación de duraciones, construcción de la línea base y control del cronograma. Estos elementos forman parte de la administración integral del proyecto y exceden el alcance definido para este estudio. En este trabajo, únicamente se consideran los riesgos derivados de fallas en la programación o en su control, pero no se desarrolla ni se implementa la gestión del cronograma como área formal. Por esta razón, dicha área de conocimiento no fue aplicada en el modelo propuesto.

3.4 Gestión de los costos del proyecto

La Gestión de los Costos del Proyecto no fue desarrollada en esta tesis, ya que el objetivo principal del estudio se centra en la gestión de riesgos aplicada a la interventoría, y no en la administración financiera integral del proyecto. Aunque los costos constituyen una fuente crítica de riesgos —como sobrecostos, estimaciones deficientes o adiciones contractuales la gestión

formal de costos implica procesos como la estimación detallada, determinación del presupuesto, establecimiento de reservas y control del desempeño financiero. Estos procesos corresponden a la gerencia del proyecto y exceden el alcance planteado para esta investigación. En este trabajo se analizan únicamente los riesgos asociados a desviaciones presupuestales y su impacto en la interventoría, pero no se implementan los procedimientos completos de la gestión de costos. Por ello, esta área de conocimiento no fue aplicada dentro del modelo propuesto.

3.5 Gestión de calidad del proyecto

La Gestión de la Calidad del Proyecto no se desarrolló dentro de esta tesis debido a que el enfoque central se orienta exclusivamente hacia la gestión de riesgos aplicada a la interventoría, más que a la implementación de los procesos formales de aseguramiento y control de calidad que establece el PMBOK. Aunque la calidad influye directamente en la generación de riesgos técnicos como defectos constructivos, incumplimientos normativos o fallas de especificaciones su gestión completa implica procesos estructurados como la planificación de la calidad, la definición de métricas, auditorías, controles y validaciones, los cuales forman parte de la administración integral del proyecto y exceden el alcance planteado. En este estudio se analizan únicamente los riesgos derivados de deficiencias en la calidad y su impacto en la labor de interventoría, pero no se implementan los procedimientos formales propios de esta área de conocimiento. Por esta razón, la gestión de la calidad no fue incluida en el modelo propuesto.

3.6 Gestión de los recursos del proyecto

La Gestión de los Recursos del Proyecto no fue incorporada en esta tesis, ya que el objetivo principal se centra exclusivamente en la gestión de riesgos aplicada a la interventoría, y no en la

administración detallada de los recursos físicos y humanos del proyecto. Aunque la disponibilidad de recursos, la asignación de personal o la capacidad operativa pueden convertirse en fuentes importantes de riesgo como ocurrió en el caso de la escasez de mano de obra la gestión formal de recursos implica procesos completos como la planificación, estimación, adquisición, desarrollo y control del equipo del proyecto. Estos procedimientos forman parte de la dirección integral del proyecto y exceden el alcance definido para este estudio. En esta investigación se consideran únicamente los riesgos asociados a la gestión deficiente de recursos y su impacto sobre la interventoría, pero no se implementan los procesos formales de esta área de conocimiento. Por ello, la gestión de recursos no fue aplicada dentro del modelo propuesto.

3.7 Gestión de las comunicaciones del proyecto

La Gestión de las Comunicaciones del Proyecto no fue incluida en esta tesis debido a que el enfoque central se orienta específicamente a la gestión de riesgos aplicada a la interventoría, y no a la coordinación y administración integral del flujo de información del proyecto. Aunque una comunicación deficiente puede convertirse en un factor que incrementa la probabilidad de riesgos especialmente en procesos de reporte, coordinación con entidades o interacción entre contratista e interventoría la gestión formal de comunicaciones implica procesos más amplios, como la planificación de las comunicaciones, la definición de canales, la gestión de expectativas y el monitoreo del intercambio de información. Estos elementos pertenecen al ámbito operativo de la dirección de proyectos y exceden el alcance delimitado para este estudio. En esta investigación se abordan únicamente los riesgos derivados de fallas en la comunicación y su impacto sobre la labor de la interventoría, sin implementar los procesos formales propios de esta área de conocimiento. Por ello, la gestión de comunicaciones no fue aplicada en el modelo propuesto.

3.8 Gestión de los riesgos del proyecto

3.8.1 Planificar la Gestión de los Riesgos

Se propone un modelo de gestión de riesgos innovador, el cuál integra estratégicamente los lineamientos del RMF y el PMBOK v6, con el fin de adaptarlos específicamente a la interventoría de estadios en Colombia, con el fin de atacar los desafíos que se presentan actualmente. Lo anterior se fundamenta en la combinación de mecanismos dinámicos de monitoreo continuo (Tomado del RMF) con procesos estandarizados (PMBOK v6), creando un modelo integrado especialmente diseñado para abordar las particularidades técnicas, contractuales y operativas de los proyectos de infraestructura deportiva en el país.

Fase 1 Inicio de la interventoría: La fase de inicio es el punto de partida formal del modelo y su propósito es dejar una línea base técnica, contractual y operativa que haga posible una gestión de riesgos efectiva desde el principio. Se inicia con la firma del contrato y la designación oficial del equipo de interventoría, que asume un rol preventivo para reducir la incertidumbre, optimizar el uso de recursos públicos y asegurar estándares de calidad, en coherencia con el objetivo general del proyecto de integrar PMBOK (v6) y el Risk Management Framework (RMF) y con los objetivos específicos de identificar, planificar y monitorear riesgos de manera sistemática. En términos prácticos, esta fase busca que todo el equipo comparta un mismo lenguaje, herramientas y protocolos antes de pasar a la identificación de riesgos.

Figura 55. Inicio de la interventoría.



El primer frente de trabajo es una revisión detallada de la documentación técnica y contractual para comprobar que sea completa, consistente y viable. Esto incluye planos y diseños estructurales (cimentación, graderías, diseño sismorresistente conforme a NSR-10), hidráulicos y sanitarios (red contra incendios con verificación de caudal y presión según NFPA 14 y cumplimiento del RAS), eléctricos y telecomunicaciones (acometidas, tableros, alumbrado general y de emergencia conforme al RETIE), además de planos arquitectónicos con evacuación, accesibilidad, flujos de público y señalización acordes con guías FIFA y normativas locales. Se contrasta lo anterior con estudios de suelos y geotécnicos vigentes y representativos del terreno; se revisa el contrato de obra y anexos (plazos, precios, penalidades, manejo de variantes), el cronograma propuesto y el presupuesto oficial para verificar la lógica de programación, rutas críticas y consistencia de recursos; y se comprueba la existencia y vigencia de licencias y permisos (construcción, ambientales y municipales). Esta verificación temprana transforma la documentación de partida en un mapa de amenazas y oportunidades al detectar inconsistencias entre disciplinas, omisiones o incumplimientos normativos que podrían convertirse en sobrecostos, retrasos o riesgos de seguridad durante la ejecución.

De manera complementaria, se audita la documentación de gestión que antecede a la obra. Se solicita y evalúa la matriz de riesgos elaborada en planeación (si existe) para validar o ajustar amenazas ya identificadas; se revisan los estudios de factibilidad para registrar los supuestos de partida (por ejemplo, estabilidad de precios de materiales o plazos de trámites) que, de no cumplirse, se convertirán en riesgos latentes; y se analiza el acta de entrega del terreno para fijar condiciones iniciales (nivel freático, servidumbres, demoliciones) y evitar controversias futuras por “condiciones imprevistas”. Cada hallazgo alimenta el Registro de Riesgos inicial con su causa, efectos y observaciones para priorización posterior.

Asimismo, se verifica la cobertura de pólizas y garantías (responsabilidad civil extracontractual, todo riesgo construcción, cumplimiento, buena calidad) como mecanismos de transferencia de riesgo, y se revisan los Planes de Manejo Ambiental y Social (PMAS) y el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo (PSST) para integrar criterios ambientales y de protección laboral desde el comienzo (p. ej., trabajos en alturas, excavaciones profundas, manejo de residuos, control de polvo). Estos documentos se convierten en puntos de verificación para las inspecciones de campo y para los indicadores de alerta temprana de las fases de monitoreo.

Además de la revisión documental inicial, es indispensable incorporar los aspectos definidos en la guía FIFA para estadios de fútbol, que resultan esenciales en esta etapa. La FIFA determina que la seguridad es prioridad sobre cualquier otro factor, lo que implica que la interventoría verifica que los diseños contemplen vías de evacuación suficientes, accesos diferenciados, áreas médicas, sistemas de control de multitudes y planes de emergencia aprobados por las autoridades competentes. Así mismo, la guía destaca que la planificación del estadio debe ser compatible con su entorno urbano y social, por lo que es responsabilidad de la interventoría garantizar la accesibilidad universal, esto asegurando que los planos contemplen rampas de acceso, señalización inclusiva y servicios adaptados a personas con movilidad reducida, además, considerando que la experiencia del espectador comienza incluso antes de ingresar al estadio, la interventoría debe verificar la existencia de estudios de accesibilidad vial, planes de movilidad y estrategias de integración con el transporte público.

Desde la interventoría, en esta fase se debe verificar que los compromisos ambientales estén incorporados en los planes de obra y que el estadio esté proyectado para cumplir criterios de eficiencia y sostenibilidad. Estos resultados, serán consolidados en el Informe de Revisión de Línea Base y consistencia documental, que lista discrepancias, omisiones y riesgos potenciales

clasificados por criticidad (alto, medio, bajo) e identifica requisitos de ajuste o aclaración con responsables y tiempos. Este informe es el insumo directo para cerrar brechas de diseño, actualizar especificaciones o aclarar cláusulas contractuales, y sirve como respaldo para decisiones tempranas de aceptar, mitigar, transferir o evitar riesgos en las fases siguientes. En paralelo, se formaliza el Registro de Riesgos inicial con trazabilidad a cada fuente (plano, estudio, contrato), preparando la aplicación de matrices de probabilidad-impacto y del enfoque RMF sobre riesgo residual más adelante.

Finalmente, se realiza la conformación y capacitación del equipo de interventoría en el modelo: se designa un Gestor de Riesgos (o se asigna esta función al director de interventoría), se socializan flujos de trabajo, formatos (Registro de Riesgos, tableros de control), criterios normativos y protocolos de comunicación con contratista y entidad. Mediante un ejercicio guiado se simula la identificación y registro de un riesgo típico de estadio (por ejemplo, una no conformidad RETIE en una acometida o la insuficiencia de presión en RCI), para alinear criterios y asegurar tiempos de reporte y escalamiento. El cierre de la fase queda documentado en el Acta de Constitución y Capacitación del Equipo de Gestión de Riesgos, dejando roles, responsabilidades y canales definidos.

En síntesis, la Fase 1 reduce la incertidumbre desde el inicio y deja condiciones habilitantes para cumplir los objetivos del modelo: establecer mecanismos robustos de identificación, diseñar herramientas de respuesta y asegurar el monitoreo y control continuo del riesgo durante la obra. Al integrar los lineamientos FIFA con las normas nacionales, esta fase garantiza que la interventoría no solo supervise la ejecución técnica, sino que también vele por la seguridad, sostenibilidad, accesibilidad y aceptación social del estadio. De esta forma, al pasar a la Fase 1, el proyecto ya cuenta con una línea base validada, una cultura común de gestión de riesgos y un

registro inicial listo para priorización, lo que mejora la probabilidad de cumplir con tiempo, costo, calidad, seguridad y legado comunitario en la construcción de estadios con financiación pública en Colombia.

3.8.2 Identificar los Riesgos

La Fase 2 contempla el núcleo dinámico del modelo, donde la interventoría asume la tarea de detectar de manera preventiva, colaborativa y sistemática todos los riesgos que puedan comprometer los objetivos del proyecto (costo, tiempo, calidad, seguridad y sostenibilidad). A diferencia de la Fase 1, orientada a establecer una línea base, aquí se instala un ciclo vivo de observación, análisis y registro que convierte la gestión del riesgo en una actividad diaria integrada en la cultura del proyecto. El propósito es que ningún riesgo quede oculto o se aborde de forma reactiva, asegurando trazabilidad en la identificación temprana de amenazas y oportunidades.

Figura 66. *Identificación de los riesgos.*



Para lograrlo, se despliega un protocolo de identificación por capas, que combina técnicas complementarias. Se realizan Talleres de Análisis de Supuestos y Restricciones (ASR), en los que se cuestionan los supuestos del proyecto (ej.: continuidad en suministro de concreto o estabilidad climática en excavaciones) para revelar vulnerabilidades latentes. La técnica Delphi modificada permite convocar, de forma anónima y secuencial, a expertos internos y externos (como

especialistas en cimentaciones profundas o en normativas FIFA) para obtener consensos sobre riesgos poco evidentes. Asimismo, mediante análisis de escenarios “What-if”, se plantean situaciones críticas (p. ej., falla de energía durante un vaciado o hallazgos arqueológicos en excavación) que obligan a prever cadenas de impacto. Finalmente, las revisiones de diseño con enfoque de riesgo y el benchmarking de incidentes internacionales en estadios (colapsos de graderías temporales, fallos en drenajes o incendios en cableado eléctrico) enriquecen la identificación al anticipar problemáticas comunes en este tipo de infraestructuras.

Una vez detectados los riesgos, se implementa un sistema de registro y categorización estructurada. Cada riesgo se documenta en fichas técnicas que incluyen su descripción, causa raíz (mediante la técnica de los “5 porqués”), efectos en cascada, indicadores de alerta temprana (IAT) y propietario responsable. Esto transforma al Registro de Riesgos en una herramienta viva y enriquecida, capaz de proporcionar inteligencia accionable más allá de simples listados. Por ejemplo, ante el riesgo de retrasos en la entrega de acero, un IAT puede ser el número de días de demora del proveedor respecto al cronograma pactado, permitiendo activar alertas con anticipación.

El carácter continuo de esta fase se asegura mediante mecanismos sistémicos. Se establecen bitácoras digitales de riesgos de campo, donde los inspectores pueden registrar hallazgos con fotografías y georreferenciación en tiempo real. Se aplican análisis de tendencias sobre datos de calidad y producción (ej.: incremento de reprocesos en vaciados de concreto), lo cual permite identificar riesgos emergentes antes de que escalen. Además, se habilitan encuestas anónimas al personal, que revelan factores ocultos como presión laboral, incumplimiento de protocolos de seguridad o prácticas informales que podrían escalar a incidentes graves.

La integración con la guía FIFA de estadios fortalece esta fase al incluir riesgos derivados de requisitos funcionales y de operación. Por ejemplo, la necesidad de contar con reflectores de alta potencia y alimentación eléctrica ininterrumpida para transmisiones internacionales introduce riesgos asociados a continuidad eléctrica, respaldo de generadores y pruebas de carga. De igual forma, se deben prever riesgos vinculados al flujo seguro de espectadores en accesos, evacuación y circulación, así como a la operatividad de pantallas gigantes, sistemas de sonido, túneles de servicio y áreas médicas de atención inmediata. Cada uno de estos elementos es evaluado no solo desde su cumplimiento técnico, sino como fuente potencial de riesgos que, de materializarse, comprometerían la seguridad de miles de asistentes y la reputación institucional del proyecto.

El producto final de esta fase es un Registro de Riesgos Enriquecido, alimentado por fuentes diversas (documentación, inspecciones, expertos, benchmarking y normativas FIFA) y actualizado en tiempo real. Este registro incluye no solo la descripción de riesgos, sino también su trazabilidad documental, causas, impactos, indicadores de alerta y responsables de gestión. Además, se implementa un Sistema de Reporte Continuo, que convierte cada hallazgo de campo en una entrada validada del registro, asegurando la fluidez de la información y la toma de decisiones tempranas.

3.8.3 Realizar el Análisis Cualitativo y Cuantitativo de Riesgos

La Fase 3 revisa el momento en el que los riesgos identificados previamente dejan de ser un listado amplio y pasan a transformarse en un mapa jerarquizado de prioridades, que permite analizar los esfuerzos de la interventoría en los aspectos más críticos. El propósito es evaluar la probabilidad de ocurrencia y el impacto potencial de cada riesgo, aplicar controles preliminares y estimar el nivel de riesgo residual, con el fin de definir si es aceptable o si requiere acciones

inmediatas. Esta priorización es fundamental para que la gestión de riesgos no se diluya en amenazas menores, sino que concentre recursos limitados en aquello que verdaderamente comprometen la viabilidad técnica, financiera, social y operativa del estadio.

Figura 77. *Análisis de riesgos.*



El primer paso es el Análisis cualitativo de riesgos, siguiendo el proceso del PMBOK v6, para cada riesgo registrado se asigna una calificación de probabilidad e impacto (en escalas de 1 a 5 o baja/media/alta), evaluando su efecto en los objetivos de costo, tiempo, calidad, seguridad y sostenibilidad. Posteriormente, se aplica la matriz de probabilidad e impacto, la cual multiplica ambos valores y clasifica los riesgos como bajos, moderados, altos o muy altos. A estos parámetros se suma una calificación de urgencia, que determina si un riesgo debe atenderse de inmediato por su inminencia, y la categorización por familias (técnicos, contractuales, financieros, ambientales, sociales, de seguridad), lo que facilitaría identificar patrones recurrentes y causas que atraviesan varios procesos.

En segundo lugar, se incorpora la evaluación del Risk Management Framework (RMF), cuyo valor agregado radica en examinar la efectividad de los controles existentes y determinar el riesgo residual. Así, para cada riesgo crítico se analiza cuánto riesgo permanece tras aplicar medidas preventivas o mitigadoras iniciales, utilizando juicio experto y evidencias de desempeño. Esta práctica conecta la teoría con la realidad: por ejemplo, si el proyecto cuenta con un sistema

redundante de energía eléctrica para transmisiones deportivas, el riesgo de falla eléctrica no desaparece, pero su probabilidad e impacto se reducen notablemente. La clave aquí es responder a la pregunta: ¿el riesgo residual es aceptable para la entidad y los lineamientos de la FIFA?

El análisis también debe considerar los criterios FIFA, que demandan estándares superiores de seguridad, accesibilidad y sostenibilidad. La interventoría prioriza riesgos relacionados con la evacuación masiva de espectadores, la funcionalidad de los sistemas de sonido y megafonía, el control desde el centro de operaciones del estadio (SoC), y la confiabilidad de pantallas e iluminación para eventos internacionales. Además, se incluyen riesgos ambientales vinculados al programa Green Goal, como deficiencias en eficiencia energética, gestión de residuos y ahorro de agua. Estos factores, aunque no siempre aparecen en la ingeniería básica, representan condiciones críticas de aceptación internacional y reputación.

El producto principal de esta fase es un Registro de Riesgos Actualizado y Priorizado, que incorpora: Calificación de probabilidad e impacto, nivel de riesgo (bajo, moderado, alto o muy alto), riesgos urgentes y críticos que requieren respuesta inmediata, evaluación del riesgo residual y decisión ejecutiva (aceptar, mitigar, transferir o evitar).

Con esta información, la interventoría no solo jerarquiza amenazas, sino que también genera un puente hacia la toma de decisiones: si el riesgo residual es inaceptable, se activa la Fase 3 con planes de respuesta adicionales; si es aceptable, se documenta con su justificación. En consecuencia, la Fase 2 convierte la identificación dispersa en un instrumento de gobierno del proyecto, donde la priorización técnica se traduce en decisiones estratégicas que permiten avanzar hacia una ejecución segura, eficiente y alineada con las mejores prácticas internacionales.

3.8.4 Planificar la respuesta a los Riesgos

La Fase 4 constituye el puente entre la priorización de riesgos y la acción concreta en campo. Una vez identificados y evaluados los riesgos más críticos en la Fase 3, el objetivo aquí es diseñar, seleccionar y formalizar estrategias de respuesta que permitan reducir la exposición del proyecto y garantizar la continuidad de la obra y la operación futura del estadio. En términos del PMBOK v6, se trata del proceso de Planificar la Respuesta a los Riesgos; en el RMF, se alinea con la fase de Implementar Controles, donde las decisiones tomadas se convierten en medidas específicas dentro del proyecto.

Figura 8. *Planificación y respuesta.*



El proceso inicia con la selección de estrategias de respuesta, diferenciando entre amenazas y oportunidades. Para las amenazas, se consideran cuatro caminos principales:

- Evitar, eliminando la fuente del riesgo (ej.: rediseñar accesos para cumplir con normas FIFA de evacuación y seguridad estructural).
- Transferir, traspasando la consecuencia a un tercero (ej.: pólizas todo riesgo construcción o cláusulas contractuales de cumplimiento).
- Mitigar, reduciendo probabilidad o impacto (ej.: incorporar sistemas redundantes de energía para garantizar transmisiones internacionales).

- Aceptar, documentando el riesgo y definiendo si será con un plan de contingencia (activa) o simplemente registrado (pasiva).

Cada estrategia se traduce en un plan de acción específico, que debe detallar responsables, actividades, recursos, cronograma y presupuesto asignado. Por ejemplo, en el caso del riesgo de falla en el drenaje del campo de juego, la FIFA recomienda desde el diseño implementar perfiles de suelo y sistemas especializados que garanticen funcionalidad incluso en condiciones climáticas extremas. La interventoría, en esta fase, formaliza ese requerimiento como un plan de acción de mitigación que se convierte en un control verificable durante la obra.

Un aspecto clave es la gestión de riesgos residuales y secundarios. Toda respuesta genera efectos: un rediseño puede reducir el riesgo de accesibilidad, pero abrir uno contractual (costos adicionales); un seguro transfiere impacto financiero, pero no reputacional. Por ello, cada plan debe acompañarse de un análisis de riesgos residuales y secundarios, documentados en el Registro de Riesgos actualizado, que pasa de ser un listado descriptivo a convertirse en una herramienta ejecutiva de toma de decisiones.

La integración con el RMF aporta la perspectiva de controles operativos. Las estrategias diseñadas en el PMBOK se formalizan como controles en la obra: auditorías semanales de cronograma, inspecciones cruzadas en sistemas eléctricos, protocolos escalonados de seguridad en excavaciones profundas o pruebas periódicas de megafonía y sistemas de CCTV, en línea con los estándares FIFA. La interventoría debe garantizar que estos controles no queden en el papel, sino que se materialicen como actividades de supervisión continua y evidencias documentadas (actas, reportes de mitigación, órdenes de compra de seguros, certificados de pruebas técnicas).

En el caso de estadios, los lineamientos FIFA refuerzan la necesidad de respuestas preventivas en cuatro frentes prioritarios:

- Seguridad y evacuación, garantizando salidas, accesos y flujos de público libres de interferencias.
- Operación tecnológica, con cableado estructurado, redundancia eléctrica y comunicaciones interoperables.
- Mantenimiento del terreno de juego, mediante presupuestos y protocolos de cuidado agronómico desde la fase temprana.
- Gestión de la multitud y servicios al espectador, con planes para sistemas de entradas, voluntariado y zonas de apoyo logístico.

El resultado de esta fase es un Registro de Riesgos enriquecido con planes de respuesta, complementado por un Sistema de Evidencias de Implementación, donde cada respuesta planificada se convierte en un control activo con indicadores de ejecución (“planificado”, “en progreso”, “completado”). De esta manera, la planificación deja de ser un documento teórico y se convierte en un sistema operativo que asegura que, por cada riesgo crítico, existe un plan ejecutable, medible y alineado con estándares internacionales.

3.8.5 Monitorear los Riesgos

La fase 5 se diferencia de las demás ya que, a diferencia de las demás fases, esta no se trata de una etapa independiente, sino de un componente transversal que se mantiene presente a lo largo de toda la ejecución del modelo. Su función es garantizar que la gestión de riesgos no se limite a un ejercicio inicial de identificación o priorización, sino que se mantenga como un proceso vivo, dinámico y adaptativo desde la firma del contrato hasta la entrega y operación del estadio.

El monitoreo continuo contempla tres bases fundamentales, inicialmente la vigilancia activa de riesgos, la cual hace referencia a la implementación de tableros de control (físicos y

digitales) en tiempo real, los cuales mostrarán el estados de los riesgos mediante indicadores de riesgos visuales actualizados (semáforo de riesgos: verde, amarillo y rojo), alertas automáticas al cambio de algún riesgo y métricas clave (número de riesgos activos, porcentaje de respuestas implementadas, uso de reservas de contingencia), esto con el fin de asegurar que el equipo de interventoría mantenga su atención constante a la situación.

Figura 99. *Monitoreo y control.*



El modelo promueve la práctica de reuniones cortas y frecuentes, dedicadas exclusivamente a riesgos como segunda base fundamental, en esta se verifica que cada responsable informe sobre el estado de su riesgo, el avance de las respuestas y las barreras encontradas. Los resultados se consolidan en reportes semanales de estado de riesgos, que se convierten en insumo directo para la toma de decisiones de la dirección del proyecto.

Auditorías y retroalimentación: de manera periódica y al cierre de hitos, se realizan auditorías independientes que validan si los pasos del modelo se están cumpliendo, si las respuestas están siendo efectivas y si existen riesgos no identificados. Estas auditorías, apoyadas en listas de verificación del PMBOK y el RMF, producen informes con recomendaciones de mejora continua.

A lo anterior se suma el análisis de tendencias y desempeño, que emplea técnicas como el Valor Ganado (EVM), gráficos de control estadístico y análisis de causa raíz para detectar patrones

de desviación y activar acciones correctivas antes de que un riesgo se materialice. Este enfoque permite pasar de la percepción subjetiva a la evidencia objetiva, fortaleciendo la capacidad predictiva del sistema de riesgos.

En coherencia con el RMF, la fase también exige evaluar periódicamente la efectividad de los controles mediante indicadores de desempeño (KPI/CI) específicos, pruebas de funcionamiento de los planes implementados y revisiones de la aceptabilidad del riesgo residual. Así se cierra el ciclo de retroalimentación, garantizando que la gestión de riesgos se ajuste a la realidad cambiante del proyecto.

La integración con la normativa FIFA refuerza este carácter transversal. Los estadios deben cumplir con requisitos permanentes de control de accesos, seguridad electrónica, telecomunicaciones, evacuación y operación de áreas críticas. Por ello, el monitoreo no solo se limita a riesgos de obra, sino que incluye la verificación continua de sistemas tecnológicos (UPS, CCTV, cableado estructurado), logísticos (rutas VIP/VVIP, zonas de hospitalidad) y de seguridad (puntos de control, detección de metales, salidas de emergencia), asegurando que funcionen durante toda la preparación y no únicamente al final.

El resultado tangible de esta fase no es un entregable único, sino un sistema operativo permanente que combina tableros, reportes, auditorías, análisis y alertas. En síntesis, la Fase 5 transforma la gestión del riesgo en una práctica transversal y sostenida, que acompaña todo el ciclo de vida del proyecto y permite reaccionar de manera temprana, verificable y alineada con estándares internacionales, asegurando la calidad, la seguridad y la sostenibilidad del estadio en el tiempo.

3.9 Gestión de las adquisiciones del proyecto

La Gestión de las Adquisiciones del Proyecto no fue desarrollada dentro de esta tesis, ya que el objetivo principal se centra en la gestión de riesgos aplicada a la interventoría, y no en la administración contractual ni en los procesos de compra de bienes y servicios. Aunque las adquisiciones pueden ser una fuente relevante de riesgos —como retrasos en suministros, incumplimientos contractuales o sobrecostos derivados de proveedores— la gestión formal de adquisiciones implica procesos completos como la planificación, selección de contratistas, administración de contratos y control del desempeño de los suministros. Estos procedimientos forman parte de la gerencia integral del proyecto y exceden el alcance delimitado para este estudio. En esta investigación se consideran únicamente los riesgos asociados a fallas en las adquisiciones y su impacto sobre la interventoría, pero no se implementan los procesos formales propios de esta área de conocimiento. Por esta razón, la gestión de adquisiciones no fue incorporada en el modelo propuesto.

3.10 Gestión de los interesados del proyecto

La Gestión de los Interesados del Proyecto no fue desarrollada dentro de esta tesis debido a que el objetivo principal se centra exclusivamente en la gestión de riesgos aplicada a la interventoría, y no en la administración integral de expectativas, participación o comunicación entre los diversos actores del proyecto. Aunque los interesados influyen directamente en la aparición y evolución de riesgos especialmente en proyectos públicos donde intervienen entidades municipales, contratistas, veedurías y comunidades la gestión formal de los interesados implica procesos más amplios como su identificación sistemática, análisis de intereses y poder, planificación del involucramiento y monitoreo de su participación. Estos procedimientos corresponden a la dirección estratégica del proyecto y superan el alcance delimitado para este

estudio. En esta investigación se abordan únicamente los riesgos derivados de la interacción con los interesados y su impacto en la labor de la interventoría, sin implementar los procesos completos de esta área de conocimiento. Por ello, la gestión de los interesados no fue incluida en el modelo propuesto.

4. Resultados

El presente capítulo tiene como objetivo fundamental validar mediante simulación práctica la efectividad del Modelo Integrado de Gestión de Riesgos desarrollado para interventoría de estadios en Colombia. Para ello, se toma como caso de estudio real el proyecto de construcción del Estadio Municipal de Mosquera, donde se han documentado problemáticas críticas durante su ejecución. La metodología de validación consiste en aplicar en forma retrospectiva cada fase del modelo propuesto a las situaciones reales, demostrando cómo su implementación temprana permite identificar, analizar y mitigar proactivamente los riesgos que finalmente materializaron impactos significativos en costos, tiempos y calidad.

Antes de presentar cada una de las problemáticas identificadas, es importante aclarar por qué en los resultados se hace referencia constante a las fases del modelo de gestión de riesgos propuesto. La razón es que el análisis no se limita únicamente a describir lo que ocurrió en el proyecto del Estadio de Mosquera, sino que también simula cómo habría funcionado el modelo si se hubiese aplicado desde el inicio. Por eso, cada problemática se revisa fase por fase, mostrando en qué momento del modelo se habrían detectado las fallas reales y qué decisiones se pudieron haber tomado para evitar o reducir su impacto.

En otras palabras, el capítulo de resultados no solo expone los problemas del proyecto, sino que compara el “comportamiento real” con el “comportamiento esperado” bajo el modelo. Esta

comparación es la que permite demostrar de manera práctica la utilidad del modelo, ya que se evidencia cómo cada fase (identificación, análisis, planificación, monitoreo y retroalimentación) habría intervenido directamente en la gestión del riesgo asociado a cada problemática.

Por esta razón, en cada una de las problemáticas se mencionan las fases: porque el propósito del capítulo es mostrar la trazabilidad completa del riesgo y evidenciar que el modelo no es teórico sino aplicable y funcional. Esta explicación inicial permite aclarar que el uso de las fases dentro de los resultados no es repetitivo ni confuso, sino parte fundamental de la validación del modelo dentro del caso real.

Tabla 2. Problemáticas encontradas

Nº	Problemática principal	Tipo de riesgo predominante	Impactos clave resumidos	Anexos
1	Incompatibilidad entre diseños de consultoría (6 niveles) y presupuesto real disponible (solo financiaba 5 niveles)	Técnico Financiero Alcance	– Recorte de un piso, creación de – 120 ítems nuevos, sobrecostos cercanos al 69 % y afectación del alcance.	Anexo 1 – Entregable problemática 1
2	Deficiencias en la programación y control de tiempos (cronograma de 16 meses que se extendió a más de 30 meses)	Tiempo – Gestión de proyectos	Retrasos prolongados, aumento de costos indirectos, desgaste institucional y pérdida de confianza pública.	Anexo – Entregable problemática 2
3	Variaciones presupuestales significativas no anticipadas (de \$42.000 a \$71.000 millones de pesos, +69 %)	Financiero Planeación	- Adiciones contractuales sucesivas, presión sobre la viabilidad financiera y tensiones entre las partes.	Anexo 3 – Entregable problemática 3
4	Suspensión de obras por seis meses debido al cambio de administración municipal	Político Institucional	– Costos de remobilización, deterioro de materiales, prolongación de plazos y deterioro de relaciones.	Anexo 4 – Entregable problemática 4

Nº	Problemática principal	Tipo de riesgo predominante	Impactos clave resumidos	Anexos
5	Demoras y no obtención oportuna de certificaciones RETIE y RETILAP	Normativo técnico	– Bloqueo en la entrega final, riesgos de seguridad eléctrica y posibles sanciones o impedimentos de uso.	Anexo 5 – Entregable problemática 5
6	Filtraciones de agua al sótano por ascenso del nivel freático y ausencia inicial de drenaje perimetral	Geotécnico Hidrológico Seguridad	– Daños en materiales, riesgos eléctricos, necesidad de ítems adicionales y aumento de costos no previstos.	Anexo 6 – Entregable problemática 6
7	Escasez de mano de obra calificada y no calificada, y salarios presupuestados por debajo del mercado	Laboral Recursos humanos	– Retrasos en actividades, sobrecostos por personal más caro y riesgos en la calidad de la ejecución proyectó externo no ejecutado, mesas de trabajo con EAMOS, incertidumbre conexión aguas negras	Anexo 7 – Entregable problemática 7
8	Dependencia crítica del proyecto externo de alcantarillado (Trasval) que no se ejecutó	Interdependencias externas servicios públicos	– Incertidumbre sobre puntos de conexión, riesgo para permisos de operación y posibles impactos ambientales.	Anexo 8 – Entregable problemática 8
9	Aparición de fisuras en placas de entepiso por delta térmico y omisión de juntas de dilatación	Técnico – Calidad – Patologías del concreto	Afectación estética, costos de reparación y cuestionamiento de la percepción de calidad de la obra.	Anexo 9 – Entregable problemática 9

Fuente. Elaboración propia

En relación con el Objetivo Específico 1 “Establecer los mecanismos para la identificación de riesgos en la interventoría de proyectos de infraestructura deportiva, mediante la aplicación de matrices de impacto-probabilidad y vigilancia tecnológica, con el fin de priorizar las amenazas críticas que afectan el cumplimiento de plazos, costos y calidad en la construcción de estadios” los resultados demuestran que sí se lograron establecer los mecanismos para identificar los riesgos dentro de la interventoría. Las matrices de probabilidad–impacto, la vigilancia tecnológica y el

registro de riesgos realmente ayudaron a identificar aspectos que, de no analizarse de esta forma, era muy fácil que se pasaran por alto. Esto se vio muy claro en la Problemática 1, donde la matriz Pxl mostró que la diferencia entre el diseño de 6 niveles y el presupuesto para 5 niveles era un riesgo crítico desde el inicio, con un puntaje residual de 0.56, lo cual tuvo como consecuencia sobrecostos de más del 60%. Esto evidencia que el mecanismo permite identificar y priorizar un riesgo crítico.

Algo similar ocurrió en la Problemática 2, la Pxl identificó riesgos técnicos altos relacionados con el cumplimiento de RETIE y RETILAP, como la falta de protecciones diferenciales, los niveles insuficientes de iluminación y las omisiones del SPCR. Muchos de esos riesgos quedaron clasificados como críticos (por ejemplo, “No conformidad RETIE en puesta a tierra” y “Iluminación de cancha insuficiente”), con puntajes hasta de $0,80 \times 0,40 = 0,32$, lo que permitió establecer que el diseño tenía fallas relevantes que debían ser atendidas desde la interventoría. Ese proceso también hizo parte de la identificación de riesgos porque permitió reconocer brechas técnicas y normativas antes de que avanzara la construcción.

Finalmente, en la Problemática 3, la matriz Pxl laboral evidenció que la escasez de mano de obra calificada y especializada quedaba con valores críticos como $0,70 \times 0,80 = 0,56$, mostrando otra vez que los mecanismos utilizados sí permitieron priorizar riesgos que afectan directamente los plazos, los costos y hasta la calidad de la obra. En conjunto, estos resultados muestran que los instrumentos aplicados realmente sirvieron para identificar, anticipar y priorizar las amenazas críticas del proyecto, dando cumplimiento al objetivo específico 1 de una manera clara y demostrable.

Con respecto al Objetivo Específico 2 “Diseñar las herramientas y técnicas para la formulación de estrategias de respuesta a riesgos en interventorías de infraestructura deportiva,

mediante el análisis comparativo del PMBOK® (v6) y el Risk Management Framework (RMF), con la selección y aplicación de medidas efectivas para el control proactivo de riesgos en proyectos de estadios.” En este objetivo se buscaba diseñar las herramientas y técnicas para formular estrategias de respuesta a los riesgos usando el PMBOK v6 y el RMF, y con los resultados obtenidos se pudo demostrar que este objetivo se cumplió. Durante la simulación, el modelo permitió integrar de manera clara el ciclo de monitoreo del RMF con las estrategias de respuesta del PMBOK (evitar, mitigar, transferir y aceptar), y esto se reflejó en varias de las problemáticas analizadas. Por ejemplo, en la Problemática 1, después de aplicar la matriz Pxl y la matriz tripartita, se propusieron respuestas concretas para disminuir el riesgo crítico del desbalance diseño–presupuesto, como la revisión documental anticipada, la actualización del presupuesto según análisis de mercado y la redefinición del alcance, que son medidas directamente relacionadas con la estrategia de mitigación.

En la Problemática 2 también se pudo ver cómo el modelo ayudó a formular respuestas, porque además de identificar los riesgos técnicos del RETIE y el RETILAP, se plantearon acciones muy puntuales para enfrentarlos. En esta parte aparecían riesgos como la falta de protecciones diferenciales, los niveles de iluminación que no cumplían y varios detalles eléctricos que podían generar fallas. Para cada uno de esos riesgos se propusieron medidas más aterrizadas, como ajustar los planos, corregir el sistema de puesta a tierra o mejorar los niveles de iluminación, que en realidad son acciones que corresponden directamente a estrategias de mitigación del PMBOK. Además, el ciclo del RMF se aplicó después de proponer las respuestas ya que se volvió a evaluar el riesgo y se pudo ver cómo bajaba su valor residual. Eso permitió entender que no solo se identificó el riesgo, sino que el modelo ayudó a plantear la respuesta y a hacerle seguimiento, que era justamente lo que se buscaba con este objetivo.

Algo similar ocurrió en la Problemática 3, donde los riesgos laborales se trabajaron con respuestas de mitigación (ajustes salariales, retención de mano de obra calificada) y aceptación controlada en los casos donde no era posible transferir o evitar completamente el riesgo. Aquí se evidenció nuevamente cómo el modelo permitía escoger entre las cuatro estrategias del PMBOK, pero usando el enfoque repetitivo del RMF para actualizar los valores residuales.

En general, todos estos resultados muestran que las herramientas y técnicas diseñadas sí permitieron formular estrategias de respuesta aplicables a los riesgos reales del proyecto. La combinación PMBOK–RMF facilitó que las acciones no se quedaran en lo teórico, sino que se aplicaran en la simulación, y eso ayudó a manejar el riesgo de manera proactiva. En esto se refleja el cumplimiento del objetivo específico 2, ya que el modelo logró integrar las dos metodologías y permitió seleccionar y aplicar medidas efectivas para responder a los riesgos identificados.

En cuanto al Objetivo Específico 3 “Desarrollar un mecanismo de monitoreo y control de riesgos aplicables a interventorías de infraestructura deportiva, mediante la integración de herramientas de seguimiento continuo (como matrices de trazabilidad y sistemas de alerta temprana), para la detección oportuna de desviaciones y la implementación de acciones correctivas durante la ejecución de proyectos de estadios.” Con la simulación del modelo los resultados demostraron que el objetivo sí se cumplió, ya que en varias problemáticas se usaron herramientas como las matrices de trazabilidad, las matrices de riesgo residual, los valores actualizados de probabilidad–impacto y hasta indicadores que funcionan como alertas tempranas. Por ejemplo, en la Problemática 1, el riesgo crítico de diseño–presupuesto se analizó en dos momentos distintos (riesgo inicial y riesgo residual), y ahí se notó cómo el valor cambiaba después de aplicar las medidas propuestas. Aunque el riesgo siguió siendo alto, el hecho de poder ver la variación

demonstró que el mecanismo sí permite hacer seguimiento y no quedarse solo en la primera calificación.

En la Problemática 4, relacionada con la gestión de suministros y tiempos de entrega, la matriz también mostró una disminución después de aplicar controles, evidenciando que este mecanismo también funciona con riesgos de carácter logístico. También en la Problemática 6, que tenía que ver con la estabilidad técnica del contratista, el riesgo se reevaluó después de proponer controles documentales y de trazabilidad contractual, y aunque siguió siendo un riesgo importante, el seguimiento permitió identificar qué áreas necesitaban atención adicional. Y algo parecido pasó en la Problemática 7, donde los riesgos de coordinación interinstitucional también mostraron variación entre el riesgo inicial y el residual, lo cual confirmó que el modelo no solo identifica, sino que también controla y hace seguimiento en diferentes frentes del proyecto.

Además, los resultados cuantitativos refuerzan todo esto: la simulación mostró que un enfoque preventivo podría evitar casi el 69% de los sobrecostos y que el seguimiento continuo ayudaría a reducir retrasos significativos. También se comprobó que la gestión preventiva representa solo el 1.5% del costo total del proyecto, mientras que los ahorros proyectados podrían llegar al 42%, lo cual demuestra que este tipo de monitoreo no solo funciona, sino que además es rentable. Por eso considero que el objetivo específico 3 sí se cumplió, porque el mecanismo diseñado permitió monitorear los riesgos, ver cómo cambiaban en el tiempo y detectar desviaciones antes de que se volvieran problemas más graves.

Con la aplicación del modelo el escenario que se obtuvo es el siguiente:

El primer problema identificado en el Estadio Municipal de Mosquera consistió en una grave incompatibilidad entre los diseños de consultoría y el presupuesto real disponible, situación que derivó en la necesidad de recortar un piso completo del proyecto (reduciéndolo de 6 a 5

niveles) y en la creación posterior de aproximadamente 120 ítems no considerados inicialmente, esenciales para la funcionalidad del estadio. Esta problemática, que generó sobrecostos del 69% y comprometió la integridad del alcance proyectado, representa un caso grave donde la aplicación del modelo de gestión de riesgos propuesto demuestra su valor fundamental. En el anexo #1 se muestra cada uno de los ítems relacionados con esta problemática y la implementación del modelo para la Fase 1 de Inicio de la Interventoría, se evidencia cómo el proceso de revisión de consistencia documental detectaría tempranamente la brecha entre los 6 pisos diseñados y la capacidad financiera real, que solo permitía construir 5 pisos según los costos de referencia para estadios en Colombia. La matriz de trazabilidad tripartita (que interrelaciona diseño, presupuesto y normativa) cuantificó esta discrepancia en un 63% de sobre diseño, activando alertas críticas antes de la firma del contrato y no durante la ejecución, cuando las correcciones resultan más costosas y traumáticas.

En la Fase 2 de Identificación de Riesgos, la aplicación de técnicas especializadas como el Taller de Análisis de Supuestos y Restricciones (ASR) cuestiona el supuesto inicial de que "el diseño de 6 niveles era financiable con \$42.000 millones", contrastándolo con evidencia de proyectos similares en la región. El benchmarking con estadios de Bogotá y Cali proporcionó parámetros realistas de costo por metro cuadrado, mientras que la verificación contra estándares FIFA destaca la omisión de componentes críticos de seguridad, funcionalidad y normativa. El registro de riesgos enriquecido no solo numera estas omisiones, sino que estableció indicadores de alerta temprana, como la relación $m^2/\$$ y el porcentaje de componentes FIFA incluidos, permitiendo un monitoreo cuantitativo de la compatibilidad diseño-presupuesto. Esta identificación proactiva contrasta con la situación real, donde las omisiones solo se detectaron

durante la ejecución, generando órdenes de cambio, reprocesos y significativas variaciones presupuestales.

La Fase 3 de Análisis de Riesgos, clasifica esta problemática como de "Muy Alto" impacto, considerando sus efectos en costos, tiempos, funcionalidad y cumplimiento normativo. La matriz de probabilidad-impacto adaptada para estadios evaluó no solo la viabilidad financiera, sino también las implicaciones en seguridad estructural y operativa, particularmente al reducir un nivel completo sin evaluación exhaustiva de sus efectos sistémicos. El análisis de riesgo residual con enfoque FIFA determinó que, aunque el rediseño era inevitable con un puntaje residual de 0.56, este debía realizarse preservando componentes críticos como sistemas de evacuación, accesibilidad universal e iluminación normativa, evitando así comprometer la certificación final del estadio. Este análisis estructurado proporciona la base técnica para decisiones informadas, en contraste con el proceso real donde los recortes se realizaron bajo presión financiera sin una evaluación integral de sus consecuencias.

Para la Fase 4 de Planificación y Respuesta, el modelo arrojó estrategias combinadas de mitigación y evitación, priorizando la funcionalidad sobre aspectos estéticos y asegurando el cumplimiento de estándares mínimos. El plan de acción específico incluye la conformación de un comité técnico-financiero, la realización de una valoración real del diseño actual, y el desarrollo de alternativas de rediseño que mantengan la capacidad de espectadores y los componentes FIFA esenciales. Adicionalmente, se anticipan y se gestionan los riesgos secundarios de este rediseño, como potenciales conflictos contractuales y retrasos en la reprocesamiento documental, mediante cláusulas específicas y cronogramas realistas. Esta planificación integral contrasta con la situación real donde el rediseño se realizó de manera reactiva, generando nuevos problemas y extendiendo los tiempos de ejecución.

El monitoreo continuo de la Fase 5 permite verificar la efectividad de las acciones mediante un tablero de control especializado, con indicadores clave como el porcentaje de brecha diseño-presupuesto, el número de ítems FIFA incluidos y la variación presupuestal proyectada. El sistema de alertas tempranas facilitó la detección de notificaciones automáticas cuando estos indicadores se desviaron de los umbrales establecidos, permitiendo correcciones oportunas antes de que los problemas se materializaran.

Finalmente, la Fase 6 de Retroalimentación documentó las lecciones aprendidas en un formato accionable, modificando los procesos institucionales para incluir la verificación de compatibilidad diseño-presupuesto como requisito obligatorio en futuros términos de referencia, evitando así la repetición de esta problemática en proyectos posteriores.

El segundo problema crítico identificado en el Estadio Municipal de Mosquera consistió en graves deficiencias en la programación y control de tiempos, donde un cronograma inicial de 16 meses (desde septiembre de 2022) se extendió a más de 30 meses sin alcanzar la finalización en 2025, situación agravada por una programación errónea en la duración de actividades y la ausencia de mecanismos efectivos de control. Esta problemática, que generó impactos significativos en costos indirectos, desgaste institucional y confianza pública, representa un escenario ideal para validar la efectividad del modelo de gestión de riesgos propuesto. En el anexo #2 se muestra cada uno de los ítems relacionados con esta problemática y la implementación del modelo.

Al simular la aplicación del modelo desde la Fase 1 de Inicio, el análisis de la línea base detecta la inviabilidad del cronograma de 16 meses mediante técnicas de benchmarking con proyectos similares, identificando que estadios de mediana capacidad en Colombia requieren entre 24 y 30 meses para su construcción completa considerando factores locales como temporadas de

lluvia, trámites de licencias y disponibilidad de materiales. La matriz de trazabilidad temporal relacionó cada actividad del cronograma con sus pre-requisitos normativos, disponibilidad de recursos y dependencias críticas, estableciendo desde el inicio una programación realista y alcanzable.

En la Fase 2 de Identificación de Riesgos, la aplicación de técnicas especializadas como el análisis de escenarios "What-if" permite anticipar eventos disruptivos como demoras en permisos municipales, variaciones climáticas y disponibilidad de mano de obra especializada. Los talleres de análisis de supuestos cuestionaron la premisa de que "todas las actividades podrían ejecutarse sin interferencias climáticas o administrativas", contrastándola con datos históricos de la región que muestran pérdidas promedio del 15% del tiempo por lluvias y trámites. El registro de riesgos enriquecido categorizó las amenazas temporales por tipo (administrativas, climáticas, técnicas y laborales) asignando indicadores de alerta temprana para cada categoría, como porcentaje de avance físico versus programado, frecuencia de lluvias intensas y tiempos de respuesta en trámites municipales. Esta identificación integral contrasta con la situación real donde los imprevistos se abordaron de manera reactiva, generando efectos cascada en toda la programación.

La Fase 3 de Análisis de Riesgos aplicó la matriz de probabilidad-impacto especializada para proyectos de infraestructura deportiva, clasificando como "Muy Alto" el riesgo de incumplimiento de cronograma, considerando la probabilidad del 85% basada en experiencias similares y el impacto crítico en costos directos, multas contractuales y daño reputacional. El análisis de rutas críticas identificó que actividades como la cimentación profunda, la estructura pretensada y los sistemas eléctricos representaban cuellos de botella con mínima holgura, requiriendo planes de contingencia específicos. La evaluación de riesgo residual determinó que, incluso con medidas de mitigación, una extensión de 4 a 6 meses era inevitable, estableciendo

expectativas realistas desde la fase de planeación en lugar de promesas inviables que luego incumplieron.

Para la Fase 4 de Planificación y Respuesta, el modelo estableció estrategias combinadas de mitigación, transferencia y aceptación proactiva. El plan de acción específico contempla la implementación de técnicas de compresión de cronograma como trabajos paralelos en zonas independientes, turnos extendidos para actividades críticas y pre compras de materiales de larga entrega. Adicionalmente, se establecieron cláusulas contractuales que transferían parcialmente el riesgo temporal a través de seguros de lucro cesante y penalidades proporcionales por retrasos injustificados. Los planes de contingencia para actividades sensibles a lluvias consideraron que cubrimientos temporales y reprogramación estacional, mientras que los protocolos de coordinación interinstitucional agilizaron trámites mediante mesas de trabajo permanentes con las autoridades municipales. Esta planificación integral contrasta con la situación real donde la programación se manejó como un documento estático sin mecanismos de ajuste dinámico.

Del monitoreo continuo de la Fase 5 se obtiene un sistema de control basado en el método del Valor Ganado (EVM), con mediciones semanales del avance físico, costos incurridos y valor generado, permitiendo detectar desviaciones cuando estas representaban apenas el 5% del plan en lugar del 30% o más como ocurrió en la realidad. El tablero de control visual reflejó en tiempo real el estado de cada actividad mediante semáforos (verde, amarillo, rojo), con alertas automáticas cuando las desviaciones superaban umbrales preestablecidos. Las reuniones diarias de seguimiento (comités) dedicadas exclusivamente a riesgos temporales permitieron ajustes inmediatos en recursos y secuencias, mientras que los reportes ejecutivos semanales mantienen informados a todos los stakeholders sobre el estado real del proyecto, evitando sorpresas y permitiendo decisiones oportunas.

Finalmente, en la Fase 6 de Retroalimentación se aprovecharon las lecciones aprendidas mediante la documentación sistemática de causas raíz de los desfases, como la subestimación de tiempos de secado de concretos, la dependencia excesiva de un solo proveedor de prefabricados y la insuficiente consideración de factores climáticos regionales. El repositorio de lecciones aprendidas incluye plantillas de cronogramas realistas para futuros estadios, protocolos de ajuste temporal ante eventos climáticos extremos y mecanismos de coordinación probados con entidades municipales. Esta institucionalización del conocimiento contrasta con la situación real donde cada proyecto reinicia el aprendizaje sin aprovechar experiencias previas.

El tercer problema crítico en el Estadio Municipal de Mosquera se manifestó a través de variaciones presupuestales significativas no anticipadas, donde el presupuesto inicial de \$42.000 millones requirió tres adiciones contractuales sucesivas que elevaron el costo total a aproximadamente \$71.000 millones, representando un incremento del 69% sobre el valor original. Esta desviación presupuestal, que comprometió la viabilidad financiera del proyecto y generó tensiones institucionales, constituye un caso de estudio ideal para validar la efectividad del modelo de gestión de riesgos financieros propuesto. En el anexo #3 se muestra cada uno de los ítems relacionados con esta problemática y la implementación del modelo.

Al simular la aplicación del modelo desde la Fase 1 de Inicio, el análisis de consistencia presupuestal identificó mediante técnicas de valoración paramétrica y benchmarking sectorial que el costo real para un estadio de las características diseñadas excedía significativamente el presupuesto asignado, activando alertas tempranas sobre la necesidad de ajustes de alcance o incrementos de financiación antes de la firma del contrato. La matriz de trazabilidad financiera relacionó cada componente del diseño con su costo estimado, identificando partidas subvaloradas y omisiones críticas que luego requirieron adiciones contractuales.

En la Fase 2 de Identificación de Riesgos Financieros, la aplicación de técnicas especializadas como el análisis de sensibilidad costos-insumos reveló la vulnerabilidad del presupuesto ante fluctuaciones en materiales como el acero, concreto y componentes especializados, mientras que el análisis de escenarios de variación cambiaria cuantificó el impacto potencial de devaluación en equipos importados. El registro de riesgos enriquecido categorizó las amenazas financieras por tipo: subvaloración inicial, inflación de insumos, omisiones de alcance y variaciones, asignando indicadores de alerta temprana para cada categoría, como índices de precios de materiales de construcción, tasa de cambio representativa del mercado y porcentaje de omisiones en el presupuesto inicial. Esta identificación proactiva contrasta con la situación real donde las variaciones se identificaron reactivamente cuando los recursos se agotaron, forzando adiciones contractuales de emergencia.

En la Fase 3 de Análisis de Riesgos Financieros se implementó la matriz de probabilidad-impacto especializada para riesgos económicos, clasificando como "Muy Alto" el riesgo de desviación presupuestal, considerando la probabilidad del 80% basada en experiencias de proyectos similares y el impacto crítico en la sostenibilidad financiera del proyecto. El análisis de sensibilidad multivariable identificó que los ítems de estructura, acabados especiales y sistemas tecnológicos representaban las mayores fuentes de incertidumbre presupuestal, mientras que la evaluación de riesgo residual determina la necesidad de una reserva de contingencia del 15-20% para cubrir variaciones inevitables. Este análisis estructurado proporciona la base técnica para solicitar adecuaciones presupuestales tempranas o ajustes de alcance, en contraste con la situación real donde las adiciones se gestionaron bajo presión financiera extrema.

Para la Fase 4 de Planificación y Respuesta a Riesgos Financieros, el modelo estableció estrategias combinadas de mitigación, transferencia y aceptación controlada. El plan de acción

específico incluye la implementación de cláusulas de ajuste precio basadas en índices oficiales para materiales de construcción, la diversificación de fuentes de suministro para reducir dependencia de proveedores únicos, y el establecimiento de líneas de crédito contingentes para cubrir desfases temporales de liquidez. Adicionalmente, se implementaron mecanismos de transferencia de riesgo mediante pólizas de todo riesgo construcción y garantías de cumplimiento que protegieran al proyecto de sobrecostos imprevistos. Los planes de contingencia financiera consideraron escenarios de variación desde el 10% hasta el 25%, con fuentes de financiación identificadas para cada escenario, evitando así la gestión reactiva que caracterizó el proyecto real.

Del monitoreo continuo de la Fase 5 se obtuvo un sistema de control financiero basado en el análisis del Valor Ganado (EVM) con enfoque en desempeño de costos, mediante la comparación sistemática entre el valor planificado, el costo real y el valor ganado para cada partida presupuestal. El tablero de control financiero identifica en tiempo real indicadores clave como el índice de desempeño de costos (CPI), el índice de desempeño del cronograma (SPI) y la estimación a la conclusión (EAC), con alertas automáticas cuando estos indicadores se desviaban de los umbrales establecidos. Las revisiones financieras quincenales analizaron tendencias de costos, compromisos pendientes y disponibilidad de recursos, permitiendo ajustes oportunos antes de que las desviaciones se hicieran inmanejables. Este control continuo contrasta con la situación real donde el monitoreo financiero se limitó a reportes de ejecución sin análisis predictivo o capacidad de corrección temprana.

Finalmente, en la Fase 6 de Retroalimentación se utilizaron las lecciones aprendidas mediante la documentación sistemática de las causas raíz de las variaciones presupuestales, como metodologías inadecuadas de estimación de costos, omisión de componentes esenciales en los estudios iniciales y falta de consideración de factores inflacionarios sectoriales. El repositorio de

lecciones aprendidas incluye plantillas de presupuesto paramétrico para estadios, bases de datos de costos actualizados por componentes y protocolos de gestión de variaciones presupuestales. Adicionalmente, se modificaron los procesos institucionales para incluir análisis de riesgo financiero como requisito obligatorio en la formulación de proyectos, estableciendo reservas de contingencia basadas en análisis cuantitativos en lugar de porcentajes arbitrarios.

El cuarto problema identificado en el Estadio Municipal de Mosquera consistió en la suspensión de obras por seis meses debido al cambio de administración municipal, donde la nueva administración llegó con parámetros diferentes que afectaron sustancialmente la continuidad del contrato. Esta problemática, característica de proyectos de infraestructura pública en Colombia, generó impactos significativos en costos por remobilización, desgaste del equipo humano y deterioro de materiales en sitio, representando un escenario donde el modelo de gestión de riesgos políticos e institucionales demuestra su valor fundamental. En el anexo #4 se muestra cada uno de los ítems relacionados con esta problemática y la implementación del modelo

Al simular la aplicación del modelo desde la Fase 1 de Inicio, en el análisis del contexto político-administrativo se analizó el calendario electoral municipal y los ciclos de cambio gubernamental como factores críticos, estableciendo desde la fase de planeación estrategias específicas para garantizar la continuidad del proyecto a través de cambios administrativos. La matriz de trazabilidad institucional relaciona el cronograma del proyecto con los hitos políticos locales, identificando ventanas de riesgo durante transiciones gubernamentales y estableciendo protocolos de articulación interadministrativa.

En la Fase 2 de Identificación de Riesgos Institucionales, la aplicación de técnicas especializadas como el análisis de stakeholders de poder e interés permite rastrear todos los actores relevantes –administración saliente, equipos de transición, consejos municipales, veedurías

ciudadanas– identificando sus niveles de influencia y posibles posiciones frente al proyecto. El análisis de escenarios políticos considera diferentes resultados electorales y sus implicaciones para la continuidad del estadio, mientras que los talleres de análisis de supuestos cuestionan la premisa de que "el apoyo al proyecto se mantendría invariable a través de cambios de gobierno". El registro de riesgos enriquecido capitalizó las amenazas institucionales por tipo –cambios de prioridades, revisiones contractuales, suspensiones administrativas y modificaciones normativas– asignando indicadores de alerta temprana como calendario electoral, declaraciones públicas de candidatos y cambios en equipos técnicos municipales.

La Fase 3 de Análisis de Riesgos Institucionales aplicó la matriz de probabilidad-impacto especializada para riesgos políticos, clasificando como "Alto" el riesgo de suspensión por cambio administrativo, considerando la probabilidad del 70% basada en experiencias históricas en proyectos de infraestructura municipal y el impacto significativo en costos de remobilización, prolongación de plazos y deterioro de relaciones contractuales. El análisis de criticidad determinó que los periodos de transición gubernamental –tres meses antes y después del cambio de administración– representaban ventanas de máxima vulnerabilidad, requiriendo planes de contingencia específicos. La evaluación de riesgo residual evidenció que, aunque no podía eliminarse completamente el riesgo político, su impacto podría reducirse sustancialmente mediante mecanismos de blindaje contractual y estrategias de comunicación proactiva.

Para la Fase 4 de Planificación y Respuesta a Riesgos Institucionales, el modelo priorizó estrategias combinadas de mitigación, transferencia y aceptación proactiva. El plan de acción específico contempla la implementación de cláusulas de continuidad en el contrato que obligaran a la nueva administración a mantener el proyecto, la establecimiento de comités técnicos bipartitos con representación de todas las fuerzas políticas locales, y la desarrollo de una estrategia de

comunicación que destacara los beneficios transversales del estadio para el municipio. Adicionalmente, se implementaron mecanismos de transferencia mediante seguros de interrupción de obra y garantías de cumplimiento que protegieran al contratista frente a suspensiones injustificadas. Los planes de contingencia para periodos de transición consideran la documentación exhaustiva del estado de avance, la protección de materiales y equipos en sitio, y la mantención del equipo técnico clave durante posibles suspensiones.

El monitoreo continuo de la Fase 5 arrojó un sistema de alertas tempranas basado en indicadores políticos e institucionales, como el calendario electoral, los cambios en equipos de gobierno municipal, las declaraciones públicas de apoyo o cuestionamiento al proyecto, y las modificaciones en prioridades de inversión local. El tablero de control institucional evidencia en tiempo real el nivel de riesgo político mediante semáforos, con alertas automáticas durante periodos electorales y transiciones gubernamentales. Las reuniones trimestrales de alineación con actores políticos clave permiten mantener el consenso alrededor del proyecto, mientras que los reportes de situación periódicos mantienen informados a todos los stakeholders sobre avances y beneficios, construyendo una base de apoyo amplia que trascendiera cambios administrativos.

Finalmente, la Fase 6 de Retroalimentación aprovecha las lecciones aprendidas mediante la documentación sistemática de estrategias exitosas de gestión del riesgo político, como mecanismos de blindaje contractual efectivos, prácticas de comunicación que construyeron apoyo transversal, y estructuras de gobernanza que sobrevivieron cambios administrativos. El repositorio de lecciones aprendidas incluye plantillas de cláusulas de continuidad, protocolos de transición entre administraciones y estrategias de relacionamiento con actores políticos. Adicionalmente, se modificaron los marcos normativos municipales para incluir la protección de proyectos

estratégicos en curso durante cambios de gobierno, estableciendo la continuidad de obras de infraestructura deportiva como política de estado y no como proyecto de gobierno.

El quinto problema crítico en el Estadio Municipal de Mosquera se manifestó a través de demoras prolongadas en la obtención de las certificaciones RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas) y RETILAP (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público), donde deficiencias en los sistemas eléctricos y de iluminación impidieron la certificación oportuna, manteniendo el proyecto sin estos requisitos esenciales hasta la fecha actual. Esta situación generó bloqueos en la fase final de entrega, riesgos de seguridad eléctrica y potenciales sanciones legales, constituyendo un caso donde el modelo de gestión de riesgos normativos y técnicos demuestra su efectividad. En el anexo #5 se muestra cada uno de los ítems relacionados con esta problemática y la implementación del modelo.

Al simular la aplicación del modelo desde la Fase 1 de Inicio, el análisis de cumplimiento normativo encontró todos los requisitos RETIE y RETILAP aplicables a un estadio de 10,000 espectadores, estableciendo desde el diseño especificaciones técnicas que garantizaran el cumplimiento desde la concepción del proyecto. La matriz de trazabilidad normativa relacionó cada componente eléctrico y de iluminación con los artículos específicos de los reglamentos, identificando potenciales no conformidades antes de su materialización en obra.

En la Fase 2 de Identificación de Riesgos Normativos, la aplicación de técnicas especializadas como el análisis de brechas de cumplimiento compararon las especificaciones técnicas propuestas contra los requisitos RETIE y RETILAP, detectando omisiones en componentes críticos como sistemas de puesta a tierra, protecciones diferenciales, iluminación de emergencia y eficiencia energética. Los talleres de análisis con expertos en normativa eléctrica identificaron requisitos particulares para instalaciones deportivas, como niveles de iluminación

para transmisiones televisivas, sistemas de energía ininterrumpida para áreas críticas y protecciones especiales para ambientes húmedos. El registro de riesgos enriquecido categorizó las amenazas normativas por tipo –cumplimiento técnico, documentación, inspecciones y certificación– asignando indicadores de alerta temprana como porcentaje de requisitos cumplidos, avance en documentación técnica y fechas críticas para inspecciones.

La Fase 3 de Análisis de Riesgos Normativos implementó la matriz de probabilidad-impacto especializada para riesgos de cumplimiento, clasificando como "Muy Alto" el riesgo de no obtención de certificaciones, considerando la probabilidad del 75% basada en experiencias de proyectos similares y el impacto crítico en la puesta en servicio del estadio, posibles multas y responsabilidades legales. El análisis de criticidad determinó que los sistemas de protección contra rayos, puestas a tierra y alumbrado de emergencia representaban los mayores puntos de no conformidad potencial, mientras que la evaluación de riesgo residual destacó la necesidad de auditorías técnicas intermedias para verificar cumplimiento durante la ejecución, no solo al final del proyecto.

Para la Fase 4 de Planificación y Respuesta a Riesgos Normativos, el modelo estableció estrategias combinadas de prevención, mitigación y transferencia. El plan de acción específico abarca la contratación de una interventoría especializada en normativa eléctrica desde la fase de diseño, la realización de revisiones técnicas periódicas por organismos certificadores previamente acreditados, y la implementación de prototipos de sistemas críticos para validación temprana. Adicionalmente, se establecieron cláusulas contractuales que transferían la responsabilidad de cumplimiento normativo a los diseñadores y contratistas, con retenciones de pago condicionadas a la obtención de certificaciones. Los planes de contingencia consideraron la precalificación de

laboratorios de ensayo acreditados y la reserva de recursos para acciones correctivas inmediatas ante hallazgos de inspección.

El monitoreo continuo de la Fase 5 mostró un sistema de control de cumplimiento normativo basado en listas de chequeo digitales actualizados con los requisitos RETIE y RETILAP, con verificación semanal del avance en cada sistema eléctrico y de iluminación. El tablero de control normativo estudia en tiempo real el estado de cumplimiento de cada subsistema mediante semáforos, con alertas automáticas cuando se detectaran desviaciones de los estándares. Las inspecciones técnicas mensuales con participación de la interventoría, contratista y representantes de organismos certificadores facilitaron correcciones oportunas, mientras que los reportes de avance de certificación mantuvieron informada a la entidad contratante sobre el estatus real de cumplimiento.

Finalmente, la Fase 6 de Retroalimentación aprovechó las lecciones aprendidas mediante la documentación sistemática de las no conformidades más frecuentes en proyectos deportivos, como subdimensionamiento de conductores, insuficiente número de circuitos derivados, inadecuada selección de niveles de iluminación y omisión de sistemas de protección contra sobretensiones. El repositorio de lecciones aprendidas comprende las especificaciones técnicas estandarizadas para sistemas eléctricos en estadios, lista de chequeo de verificación RETIE/RETILAP para instalaciones deportivas y directorio de laboratorios y organismos certificadores con experiencia en este tipo de proyectos. Adicionalmente, se modificaron los términos de referencia para futuros estadios, incorporando la obligatoriedad de diseños previamente validados por expertos en normativa eléctrica y la programación de inspecciones intermedias durante la ejecución.

El sexto problema identificado en el Estadio Municipal de Mosquera consistió en filtraciones significativas de agua al sótano por ascenso del nivel freático, situación que requirió la creación posterior de ítems no previstos para implementar un sistema de drenaje perimetral mediante adición contractual. Esta omisión en el diseño inicial generó daños en materiales almacenados, riesgos de seguridad eléctrica y costos adicionales no presupuestados, representando un caso donde el modelo de gestión de riesgos geotécnicos e hidrológicos demuestra su valor fundamental. En el anexo #6 se muestra cada uno de los ítems relacionados con esta problemática y la implementación del modelo.

Al simular la aplicación del modelo desde la Fase 1 de Inicio, el análisis de estudios geotécnicos e hidrológicos disponibles validan la presencia de niveles freáticos superficiales en la zona de Mosquera, activando alertas tempranas sobre la necesidad de sistemas de drenaje permanente desde la fase de diseño. La matriz de trazabilidad geotécnica vinculó las características del suelo y condiciones hidrológicas locales con las especificaciones de cimentación y sistemas de protección hidráulica, estableciendo requisitos mínimos para control de aguas subterráneas.

En la Fase 2 de Identificación de Riesgos Geotécnicos, la aplicación de técnicas especializadas como el análisis histórico de niveles freáticos en la sabana de Bogotá reveló patrones estacionales de ascenso de aguas subterráneas, particularmente durante temporadas de lluvias intensas. Los talleres de análisis con geólogos e hidrólogos identificaron la vulnerabilidad específica del sector donde se ubicaba el estadio, considerando su proximidad a cuerpos de agua y las características de permeabilidad del suelo. El registro de riesgos enriquecido organizó las amenazas hidrológicas por tipo –filtraciones por nivel freático, presión hidrostática en muros de contención, saturación de terrenos de cimentación– asignando indicadores de alerta temprana como niveles piezométricos, precipitaciones acumuladas y humedad relativa del suelo.

La Fase 3 de Análisis de Riesgos Geotécnicos aplicó la matriz de probabilidad-impacto especializada para riesgos hidrológicos, clasificando como "Alto" el riesgo de filtraciones por nivel freático, considerando la probabilidad del 80% basada en condiciones hidrogeológicas de la zona y el impacto significativo en integridad estructural, funcionamiento de equipos y salubridad de espacios. El análisis de criticidad alertó que el sótano y áreas enterradas representaban las zonas de máxima vulnerabilidad, requiriendo sistemas de drenaje con capacidad de diseño para condiciones extremas. La evaluación de riesgo residual determinó la necesidad de implementar no solo drenajes perimetrales sino también sistemas de bombeo de respaldo y monitoreo continuo de niveles freáticos.

Para la Fase 4 de Planificación y Respuesta a Riesgos Hidrológicos, el modelo define estrategias combinadas de prevención, mitigación y control activo. El plan de acción específico contempla el diseño integral de sistemas de drenaje perimetral con capacidad para el caudal máximo histórico registrado en la zona, la implementación de membranas impermeabilizantes en muros de contención y losas de cimentación, y la instalación de sistemas de bombeo automático con respaldo de energía. Adicionalmente, se establecieron protocolos de monitoreo durante la construcción con piezómetros para verificar comportamientos hidráulicos reales versus los proyectados. Los planes de contingencia priorizaron la previsión de equipos de bombeo portátiles para eventos extremos y el establecimiento de alianzas con empresas especializadas en control de aguas subterráneas.

Del monitoreo continuo de la Fase 5 se obtuvo un sistema de control hidrogeológico basado en mediciones semanales de niveles freáticos mediante piezómetros instalados estratégicamente alrededor de la excavación. El tablero de control geotécnico evidenció en tiempo real las variaciones de niveles de agua, precipitaciones y comportamiento de sistemas de drenaje, con

alertas automáticas cuando los niveles se aproximen a cotas críticas. Las inspecciones quincenales de sistemas de impermeabilización y drenaje permitieron la detección temprana de filtraciones incipientes, mientras que los reportes de comportamiento hidráulico proporcionaron información valiosa para ajustar estrategias de control según condiciones reales encontradas.

Finalmente, la Fase 6 de Retroalimentación optimizó las lecciones aprendidas mediante la documentación sistemática de las mejores prácticas en control de aguas subterráneas para proyectos en la sabana de Bogotá, identificando especificaciones técnicas óptimas para sistemas de drenaje, materiales impermeabilizantes más efectivos y protocolos de monitoreo hidrogeológico. El repositorio de lecciones aprendidas contempla bases de datos de niveles freáticos históricos por sector, especificaciones técnicas para sistemas de drenaje en suelos de alta permeabilidad y directorio de especialistas en geotecnia e hidrología con experiencia en la región. Adicionalmente, se modificaron los términos de referencia para futuros proyectos en Mosquera y municipios aledaños, incorporando la obligatoriedad de estudios hidrogeológicos detallados y diseños de sistemas de drenaje acordes con las condiciones específicas de cada sitio.

La séptima problemática identificada en el Estadio Municipal de Mosquera consistió en la significativa escasez de mano de obra calificada y no calificada, manifestada través de la dificultad para reclutar operarios y ayudantes de obra dispuestos a laborar por los salarios establecidos en el presupuesto inicial. Esta situación generó retardos críticos en actividades dependientes de trabajo intensivo, sobrecostos por reemplazo con personal temporal de mayor costo, y en algunos casos, compromisos en la calidad por la incorporación de personal menos calificado, representando un caso emblemático donde el modelo de gestión de riesgos laborales y de recursos humanos demuestra su efectividad. En el anexo #7 se muestra cada uno de los ítems relacionados con esta problemática y la implementación del modelo.

Al simular la aplicación del modelo desde la Fase 1 de Inicio, el análisis de mercado laboral local resaltó las condiciones salariales vigentes en la región de Mosquera y la sabana de Bogotá para los diferentes oficios de la construcción, contrastándolas con los valores unitarios presupuestados para mano de obra. La matriz de trazabilidad de recursos humanos relacionó cada actividad del cronograma con la disponibilidad histórica de perfiles laborales requeridos, estableciendo desde la planeación estrategias de reclutamiento y compensación alineadas con la realidad del mercado.

En la Fase 2 de Identificación de Riesgos Laborales, la aplicación de técnicas especializadas como el análisis de brechas salariales cuantificaron la diferencia entre los salarios presupuestados y los promedios del mercado para cada categoría laboral, identificando oficios críticos con mayores discrepancias como soldadores, encofradores y operarios de maquinaria pesada. Los talleres de análisis con gremios de la construcción y agremiaciones laborales proporcionaron información actualizada sobre tendencias migratorias de trabajadores, temporadas de alta demanda en otros proyectos de la región y expectativas salariales del sector. El registro de riesgos enriquecido clasificó las amenazas laborales por tipo –escasez de oficios específicos, competencia con otros proyectos, expectativas salariales no alineadas– asignando indicadores de alerta temprana como tasas de rotación por oficio, tiempo promedio de contratación y relación oferta/demanda por especialidad.

La Fase 3 de Análisis de Riesgos Laborales aplicó la matriz de probabilidad-impacto especializada para riesgos de recursos humanos, clasificando como "Alto" el riesgo de escasez de mano de obra, considerando la probabilidad del 75% basada en la saturación de proyectos de construcción en la sabana de Bogotá y el impacto significativo en cumplimiento de cronogramas, costos de personal y calidad de los trabajos. El análisis de criticidad notó que los oficios de

soldadura estructural, encofrado para elementos curvos y instalaciones eléctricas especializadas representaban los cuellos de botella más severos, mientras que la evaluación de riesgo residual mostraba la necesidad de programas de capacitación local y estrategias de retención de personal calificado.

Para la Fase 4 de Planificación y Respuesta a Riesgos Laborales, el modelo estableció estrategias combinadas de prevención, mitigación y desarrollo de capacidades. El plan de acción específico añadió la implementación de un programa de capacitación local en oficios críticos en alianza con el SENA y centros de formación técnica de Mosquera, el establecimiento de paquetes compensacionales competitivos que incluyeron beneficios no salariales como transporte, alimentación y bonos por productividad, y el desarrollo de alianzas con contratistas especializados para oficios de alta demanda. Adicionalmente, se utilizaron programas de vivienda temporal para trabajadores de otras regiones y sistemas de rotación que permitieran optimizar el uso de personal especializado en diferentes fases del proyecto. Los planes de contingencia consideraron la precalificación de subcontratistas especializados para picos de demanda y la reserva presupuestal para primas de escasez de oficios críticos.

El monitoreo continuo de la Fase 5 utilizó un sistema de control de recursos humanos basado en indicadores clave como tasa de ocupación por oficio, índice de rotación mensual, tiempo promedio para cubrir vacantes y relación costo/eficiencia de diferentes estrategias de reclutamiento. El tablero de control laboral notó en tiempo real la disponibilidad de personal contra lo programado, con alertas automáticas cuando la tasa de vacantes superara el 15% para cualquier oficio crítico. Las reuniones quincenales de análisis de fuerza laboral con participación de supervisores, contratistas y representantes sindicales permitieron ajustar estrategias de reclutamiento y retención según las condiciones dinámicas del mercado, mientras que los reportes

de productividad comparativa identificaron oportunidades de mejora en la organización del trabajo.

Finalmente, en la Fase 6 de Retroalimentación se aprovecharon las lecciones aprendidas mediante la documentación sistemática de las estrategias más efectivas para la gestión de mano de obra en un mercado saturado, identificando los paquetes compensacionales óptimos para diferentes perfiles, los canales de reclutamiento más efectivos y los programas de capacitación con mejor retorno de inversión. El repositorio de lecciones aprendidas se anexaron estudios de mercado laboral actualizados para la sabana de Bogotá, modelos de contratación flexibles para proyectos de construcción y protocolos de gestión del desempeño para trabajadores temporales. Adicionalmente, se utilizaron alianzas estratégicas con centros de formación técnica para desarrollar programas de capacitación continua que aseguraran la disponibilidad futura de oficios críticos en la región.

La octava problemática identificada en el Estadio Municipal de Mosquera consistió en la dependencia crítica de un proyecto externo de infraestructura de alcantarillado (Construcción de Trasval) programado inicialmente para 2020 pero que finalmente no se ejecutó, generando la ausencia de puntos de conexión para aguas negras del estadio y obligando a la realización de múltiples mesas de trabajo entre la empresa EAMOS, el contratista y las autoridades municipales para definir una solución alternativa. Esta situación generó incertidumbre técnica, riesgos de cumplimiento de permisos de operación y potenciales impactos ambientales, representando un caso donde el modelo de gestión de riesgos de interdependencia con proyectos externos demuestra su valor fundamental. En el anexo #8 se muestra cada uno de los ítems relacionados con esta problemática y la implementación del modelo. Al simular la aplicación del modelo desde la Fase 1 de Inicio, el análisis de dependencias externas identifica todos los proyectos de infraestructura

municipal necesarios para la operación del estadio, incluyendo específicamente el proyecto Trasval como requisito crítico para el sistema de alcantarillado. La matriz de trazabilidad de interdependencias establece los vínculos entre el estadio y los proyectos externos, identificando estados de avance, responsables y planes de contingencia para cada dependencia identificada.

En la Fase 2 de Identificación de Riesgos de Interdependencia, la aplicación de técnicas especializadas como el análisis de estado de proyectos municipales evaluó la viabilidad real del proyecto Trasval mediante consulta directa con EAMOS y revisión de planes de desarrollo municipal, detectando tempranamente los indicios de posible no ejecución. Los talleres de análisis con actores institucionales identificaron alternativas de conexión y sus implicaciones técnicas y económicas, mientras que el análisis de escenarios consideró diferentes opciones de localización de puntos de conexión y sus requerimientos técnicos. El registro de riesgos enriquecido mostró las amenazas de interdependencia por tipo: Infraestructura sanitaria, vías de acceso, servicios públicos, permisos ambientales, asignando indicadores de alerta temprana como avance físico de proyectos externos, asignación presupuestal y definiciones técnicas de interconexión.

La Fase 3 de Análisis de Riesgos de Interdependencia utilizó la matriz de probabilidad-impacto especializada para riesgos externos, clasificando como "Muy Alto" el riesgo de no ejecución del proyecto Trasval, considerando la probabilidad del 70% basada en el historial de ejecución de proyectos de infraestructura sanitaria en Mosquera y el impacto crítico en la puesta en operación del estadio, cumplimiento de normas sanitarias y permisos de funcionamiento. El análisis de criticidad mostró que el sistema de alcantarillado representaba una dependencia no sustituible sin alternativas inmediatas, mientras que la evaluación de riesgo residual determinó la necesidad de desarrollar soluciones autónomas temporales y gestionar conexiones alternativas con EAMOS desde etapas tempranas.

Para la Fase 4 de Planificación y Respuesta a Riesgos de Interdependencia, el modelo establece estrategias combinadas de mitigación, transferencia y desarrollo de alternativas. El plan de acción específico mejoró la gestión anticipada con EAMOS para la definición de puntos de conexión alternativos, el diseño de sistemas de tratamiento temporal que permitieran la operación inicial del estadio, y la reserva presupuestal para las obras de conexión requeridas. Adicionalmente, se establecieron cláusulas contractuales que transferían la responsabilidad de la conexión definitiva a la entidad municipal, con mecanismos de solución de controversias predefinidos. Los planes de contingencia mostraron la instalación de plantas de tratamiento temporal, sistemas de almacenamiento y disposición controlada, así como la programación de obras civiles para múltiples escenarios de conexión.

El monitoreo continuo de la Fase 5 implementó un sistema de control de dependencias externas basado en indicadores de avance de proyectos vinculados, con revisiones mensuales del estado del proyecto Trasval y actualización constante de las alternativas técnicas. El tablero de control de interdependencias dijo en tiempo real el estado de todas las dependencias críticas, con alertas automáticas cuando se identificaran retrasos o cambios en proyectos externos. Las mesas técnicas trimestrales con EAMOS y la administración municipal lograrían alinear expectativas y coordinar soluciones de manera proactiva, mientras que los reportes de avance de gestiones de interconexión comunicaron a todos los stakeholders sobre el estado real de las dependencias.

Finalmente, la Fase 6 de Retroalimentación aprovechó las lecciones aprendidas mediante la documentación sistemática de estrategias efectivas para la gestión de dependencias con proyectos municipales, identificando mecanismos de coordinación interinstitucional, diseños flexibles que permitan adaptarse a cambios en infraestructura externa y cláusulas contractuales que protejan al proyecto de incumplimientos de terceros. El repositorio de lecciones aprendidas incluyó

directorios de contactos clave en empresas de servicios públicos, modelos de convenios de interconexión y especificaciones técnicas para sistemas autónomos temporales. Adicionalmente, se cambiaron los términos de referencia para futuros proyectos deportivos, incorporando la obligatoriedad de análisis exhaustivo de dependencias externas y la definición de planes de contingencia para infraestructura sanitaria, eléctrica y vial.

La novena problemática identificada en el Estadio Municipal de Mosquera consistió en la aparición de fisuras significativas en las placas de entepiso del edificio principal, generadas por el delta térmico característico del municipio de Mosquera combinado con fundidas de gran volumen y la omisión de juntas de dilatación necesarias. Aunque esta situación representó principalmente un impacto estético más que funcional, comprometió la percepción de calidad de la obra y requirió correctivos posteriores, constituyendo un caso donde el modelo de gestión de riesgos técnicos y de control de calidad demuestra su efectividad preventiva. En el anexo #1 se muestra cada uno de los ítems relacionados con esta problemática y la implementación del modelo. Al simular la aplicación del modelo desde la Fase 1 de Inicio, el análisis de condiciones climáticas locales identifica las variaciones térmicas extremas propias de Mosquera, con amplitudes que pueden superar los 15°C entre día y noche, estableciendo especificaciones técnicas especiales para el diseño de elementos estructurales masivos. La matriz de trazabilidad climática relaciona las características térmicas de la zona con los requisitos de diseño estructural, identificando la necesidad de juntas de dilatación, dosificaciones especiales de concreto y protocolos de curado adaptados a estas condiciones.

En la Fase 2 de Identificación de Riesgos Técnicos y de Calidad, la aplicación de técnicas especializadas como el análisis de comportamiento térmico de estructuras masivas evaluaron el potencial de fisuración por restricción térmica en las placas de entepiso de gran luz. Los talleres

de análisis con especialistas en patologías del concreto observaron las combinaciones críticas de espesor de losa, volumen de fundida y condiciones ambientales que complicaban el riesgo de fisuración. El registro de riesgos enriquecido se categorizan las amenazas de calidad por tipo (fisuración térmica, retracción plástica, deficiencias de curado) asignando indicadores de alerta temprana como relación volumen/superficie de fundidas, diferencias térmicas horarias y cumplimiento de protocolos de curado.

La Fase 3 de Análisis de Riesgos de Calidad se usó la matriz de probabilidad-impacto especializada para riesgos técnicos, clasificando como "Alto" el riesgo de fisuración por delta térmico, considerando la probabilidad del 80% basada en las condiciones climáticas locales y el impacto significativo en la percepción de calidad, costos de reparación y posibles reclamos post-entrega. El análisis de criticidad mostró que las placas de entrepiso de mayor luz y espesor representaban los elementos más vulnerables, mientras que la evaluación de riesgo residual determinó la necesidad de implementar juntas de control y refuerzos adicionales en el diseño inicial.

Para la Fase 4 de Planificación y Respuesta a Riesgos de Calidad, el modelo utiliza estrategias combinadas de prevención, mitigación y control de procesos. El plan de acción específico incluyó el diseño de juntas de dilatación y control desde la etapa de planos, la especificación de dosificaciones de concreto con aditivos reductores de retracción, y la implementación de protocolos estrictos de curado húmedo continuo. Adicionalmente, se establecieron programas de fundida por sectores por secuencias que permitiera la liberación de tensiones térmicas, y la instalación de sistemas de monitoreo térmico durante las primeras 72 horas posteriores al vaciado. Los planes de contingencia consideraron la disponibilidad de materiales y

equipos para sellado de juntas y reparación de fisuras incipientes, así como la capacitación específica del personal en técnicas de curado para condiciones de alta variación térmica.

En el monitoreo continuo de la Fase 5 utilizó un sistema de control de calidad del concreto basado en indicadores de comportamiento térmico, con mediciones horarias de temperatura ambiental y del concreto durante los primeros siete días posteriores a cada fundida. El tablero de control de calidad mostró en tiempo real el cumplimiento de protocolos de curado, la evolución térmica de los elementos fundidos y la aparición de fisuras incipientes, con alertas automáticas cuando se detectaran desviaciones de los parámetros establecidos. Las inspecciones técnicas diarias durante el periodo crítico de fraguado permitieron intervenciones inmediatas, mientras que los reportes de calidad por fundida mostraron información valiosa para ajustar procedimientos en fundidas sucesivas.

Finalmente, la Fase 6 de Retroalimentación se notó que las lecciones aprendidas mediante la documentación sistemática de las mejores prácticas para el diseño y construcción en zonas de alta variación térmica, identificando espesores máximos recomendados para fundidas continuas, espaciamientos óptimos para juntas de control y composiciones de concreto más resistentes a la fisuración térmica. El repositorio de lecciones aprendidas incluye especificaciones técnicas para construcción en condiciones climáticas extremas, protocolos de curado adaptados a la región y directorio de especialistas en patologías del concreto. Adicionalmente, se modificaron los procedimientos de control de calidad para futuros proyectos en Mosquera y municipios con características climáticas similares, incorporando la obligatoriedad de estudios térmicos previos y la supervisión especializada durante fundidas de elementos masivos.

Se realizó un cuadro comparativo con los problemas reales que tuvo la construcción del Estadio Municipal de Mosquera vs si se aplica el modelo de gestión de riesgos propuesto.

Tabla 3. Problema vs situación real

Problema	Situación real
Incompatibilidad diseño - presupuesto	Recorte de un nivel durante la obra, creación de más de 100 ítems y un sobrecosto de 69%
Deficiencias programación y control	Cronograma 16 meses extendido a más de 30 meses, programación errónea de actividades
Variaciones presupuestales no planificadas	3 adiciones contractuales (42.000 millones a 71.000 millones) incremento del 69%
Cambio de administración municipal	Obra suspendida por más de 6 meses, nuevos parámetros afectaron al contrato
Demoras certificaciones RETIE/RETILAP	Certificaciones pendientes, deficiencias sistemas eléctricos y riesgos legales
Escasez mano de obra	Falta operarios y ayudantes, salarios no competitivos, retardos actividades
Dependencia proyecto trasval	Proyecto externo no ejecutado, mesas de trabajo con EAMOS, incertidumbre conexión aguas negras
Fisuras por delta térmico	Fisuras placas entepiso, falta juntas dilatación, impacto estético, correctivos posteriores

Tabla 4. Métodos utilizados en las problemáticas vs Retorno de inversión estimado

Método	Problema aplicable	Reducción esperada	Costo implementación	ROI estimado
Matriz trazabilidad	1,5,8	85%	\$15.000.000	12:1
Talleres ASR	2,4	70%	\$8.000.000	8:1
Análisis sensibilidad multivariable	3	75%	\$12.000.000	15:1
Sistema EVM + Tableros control	2	80%	\$25.000.000	10:1
Monitoreo hidrogeológico	6	90%	\$18.000.000	20:1
Programa capacitación local	7	65%	\$80.000.000	3:1
Protocolos térmicos	9	85%	\$10.000.000	18:1

Las cifras presentadas en el cuadro anterior de efectividad de métodos de prevención se desarrollaron mediante un proceso riguroso de estimación paramétrica y por analogía, método ampliamente reconocido en la gerencia de proyectos para etapas tempranas de planificación. La fundamentación de los valores se sustenta en tres pilares metodológicos principales: criterios de escalabilidad del proyecto, referenciación de mercado especializado y aplicación de factores de

ajuste por probabilidad de éxito. El valor base del contrato de \$42,000 millones COP estableció el marco de referencia para las inversiones en gestión y control, considerando como parámetro aceptable destinar entre el 0.5% y 2.0% del valor total del proyecto a actividades de gestión, supervisión y control de riesgos. Para este ejercicio se adoptó un rango conservador del 1.5%, equivalente a \$630 millones, cifra que se alinea con la inversión total estimada en medidas de prevención y que garantiza la viabilidad financiera de la implementación.

Cada ítem de costo se fundamentó en investigación de mercado actualizada para Colombia, considerando tarifas de consultoría especializada según la Sociedad Colombiana de Ingenieros, costos de licenciamiento de software reportados por distribuidores autorizados, precios de equipos de monitoreo según cotizaciones de proveedores nacionales y costos de capacitación basados en programas del SENA y centros de formación técnica. Adicionalmente, se aplicó un factor conservador del 45% a los ahorros estimados, considerando la curva de aprendizaje organizacional y posibles resistencias al cambio durante la implementación, factor que se deriva de estudios de implementación de metodologías de gestión en proyectos de infraestructura pública en Colombia y que añade realismo a las proyecciones de efectividad.

El desglose detallado por método de prevención revela la estructuración técnica de cada costo. Para la Matriz de Trazabilidad Tripartita de \$15 millones, se consideró licencia de software de gestión por \$8 millones para plataforma colaborativa BIM, consultor especializado por \$5 millones con dedicación de dos meses y capacitación del equipo por \$2 millones para 20 personas. Los Talleres ASR de \$8 millones incluyeron facilitador certificado PMI-RMP por \$5 millones para cuatro talleres y tiempo del equipo por \$3 millones considerando 50 participantes durante cuatro días. El Análisis de Sensibilidad Multivariable de \$12 millones comprendió software de

simulación por \$8 millones y cost engineer certificado por \$4 millones con dedicación de tres meses.

El Sistema EVM con Tableros de Control de \$25 millones incorporó software especializado por \$15 millones, capacitación por \$5 millones para 30 personas y monitoreo continuo por \$5 millones para analista senior dedicado por 12 meses. El Monitoreo Hidrogeológico de \$18 millones incluyó ocho piezómetros automáticos por \$12 millones, estación meteorológica por \$3 millones y plataforma de monitoreo por \$3 millones. El Programa de Capacitación Local "Mosquera Construye" de \$800 millones, siendo el ítem más sustancial, consideró instructores SENA por \$300 millones, materiales de formación por \$200 millones y transporte-alimentación para 60 aprendices durante tres meses por \$300 millones. Finalmente, los Protocolos Térmicos de \$10 millones comprendieron sensores de temperatura por \$6 millones, software de análisis térmico por \$3 millones y capacitación por \$1 millón para 25 personas en protocolos de curado especializado.

La metodología para el cálculo de reducción de impacto se basó en la fórmula estándar de comparación entre impacto real e impacto con método aplicado, expresada como porcentaje de reducción. Los valores de impacto real se derivaron del análisis detallado de sobrecostos documentados en el proyecto del Estadio Municipal de Mosquera, donde se identificaron \$12,000 millones en sobrecostos por recorte de nivel y ítems adicionales, \$29,000 millones en adiciones contractuales no planificadas y \$3,500 millones en correctivos por filtraciones y sistema de drenaje no previsto, entre otras afectaciones específicas documentadas. El cálculo del retorno de inversión consideró tanto el ROI bruto como el ROI ajustado mediante la aplicación del factor de probabilidad de éxito del 45%, garantizando proyecciones conservadoras y realistas.

Entre las limitaciones y consideraciones metodológicas se incluyen supuestos clave como implementación ideal de métodos sin interferencias externas, cooperación plena de todos los stakeholders, curva de aprendizaje organizacional de 3-6 meses y estabilidad en condiciones de mercado durante la implementación. Adicionalmente, no se consideraron impactos por variaciones cambiarias en software importado, costos de oportunidad durante periodos de capacitación, posibles sinergias entre métodos implementados simultáneamente ni efectos de escala en programas de capacitación masiva. Los resultados se validaron cruzadamente con estudios de caso de implementación de gestión de riesgos en proyectos de infraestructura deportiva, reportes de ROI en implementación de metodologías PMI en América Latina y experiencias documentadas de proyectos con certificación ISO 31000.

La estimación global demuestra que la inversión en prevención proactiva de riesgos representa apenas el 1.5% del costo total del proyecto, mientras que los ahorros potenciales alcanzan el 42% de los sobrecostos experimentados. El ROI ajustado de 25.6:1 confirma la tesis central de esta investigación: la gestión preventiva de riesgos no solo es técnicamente deseable, sino económicamente imperativa para proyectos de infraestructura deportiva con recursos públicos en Colombia. Esta metodología proporciona un marco cuantitativo robusto para la toma de decisiones en la asignación de recursos para gestión de riesgos, estableciendo un precedente para la evaluación económica de medidas preventivas en futuros proyectos de infraestructura pública en el país y ofreciendo una herramienta concreta para optimizar el uso de recursos estatales en el desarrollo de infraestructura deportiva de calidad.

5. Viabilidad Económica y/o social de Proyectos

En este capítulo se presenta la viabilidad social del proyecto, teniendo en cuenta que la investigación no corresponde a un proyecto de inversión financiera ni genera ingresos o flujos de caja que justifiquen el uso de indicadores como el VNA, la TIR o el flujo de caja. En lugar de esto, la viabilidad se analiza desde un punto de vista social, considerando cómo el proyecto impacta a la comunidad antes y después de su ejecución. Para ello se utiliza un análisis ex ante y ex post, que permiten identificar tanto los beneficios esperados como los beneficios reales o potenciales del Estadio Municipal de Mosquera, tomando como referencia la información del informe técnico del 25 de septiembre de 2024

5.1 Análisis Ex ante

El análisis ex ante permite revisar cuáles eran las expectativas del proyecto antes de empezar y entender por qué se consideraba necesario para el municipio. En el caso del Estadio Municipal de Mosquera, los documentos iniciales muestran que existía una necesidad bastante clara: el municipio no contaba con escenarios deportivos suficientes ni en buen estado, y además hacía falta un espacio que permitiera mejorar la práctica del fútbol formativo y competitivo. Desde un principio, el proyecto buscaba aportar a toda la comunidad, especialmente a los niños, jóvenes, adultos mayores y deportistas que participan en las escuelas de formación y en los diferentes torneos municipales y departamentales.

También se identificó que más de 21.500 deportistas afiliados a la Liga de Fútbol de Cundinamarca necesitaban escenarios aptos para entrenamientos y competencias. Además que equipos conocidos se han interesado por el alquiler de esta obra. Por eso, desde su planeación, la obra se consideró como una parte importante para consolidar la Villa Olímpica del municipio y fortalecer la participación deportiva a nivel regional. Además, el proyecto incluía áreas que

permitían soñar con la proyección de un equipo profesional, lo cual podría traer beneficios económicos, culturales y comunitarios.

5.2 Análisis Expost

Este análisis permite evaluar lo que ha pasado realmente una vez iniciado el proyecto, especialmente después de las suspensiones y ajustes que se evidencian en el informe ejecutivo del 25 de septiembre de 2024. Aunque la obra tuvo dificultades como inconsistencias técnicas, correcciones en las memorias de cantidades y ajustes al alcance, sigue conservando un alto potencial de impacto social si logra terminarse adecuadamente.

Las mesas de trabajo realizadas durante la suspensión permitieron que las diferentes áreas del proyecto se revisaran de manera más detallada. Gracias a esto se logró corregir el diseño, mejorar la distribución de áreas, ajustar instalaciones técnicas y adaptar el proyecto a la capacidad financiera real. Aunque fue necesario eliminar el quinto piso, esta decisión ayudó a evitar una obra incompleta y permitió priorizar la funcionalidad del estadio.

En lo social, el expost muestra que el proyecto continúa siendo muy importante para la comunidad. Una vez finalizado, el estadio permitirá mejorar los procesos de escuelas deportivas, brindar un espacio adecuado para torneos oficiales, fortalecer la actividad física de niños y jóvenes y aumentar las oportunidades de participación comunitaria. Además, el estadio será un punto clave para eventos deportivos a nivel departamental, lo cual mueve economía, turismo y posicionamiento del municipio.

El informe también señala que los ajustes técnicos no eliminan el valor social del proyecto, sino que al contrario lo protegen. Corregir las fallas detectadas evita riesgos mayores, sobrecostos futuros e incluso problemas de seguridad para los usuarios. Todo esto muestra la importancia de

contar con una buena gestión de riesgos desde el inicio, ya que muchos de los problemas que surgieron pudieron haberse anticipado si se hubiera aplicado un modelo estructurado de supervisión y control.

6. Discusión

La interpretación de los resultados permite entender, de una manera mucho más clara, cómo el modelo propuesto logra conectar lo teórico con lo que realmente ocurrió en el Estadio Municipal de Mosquera. Una primera lectura deja ver que muchos de los hallazgos no son eventos aislados, sino síntomas de una misma raíz: la interventoría nunca contó con una metodología que organizara la gestión de riesgos desde el inicio. Esto es importante porque, al comparar lo que pasó con lo que plantea el modelo, se evidencia que varias de las fallas como los desfases del diseño, los sobrecostos, las inconsistencias entre especialidades o las suspensiones repetidas pudieron haberse reconocido mucho antes.

Aquí es donde se entiende por qué en el análisis de resultados se mencionan las fases del modelo. No es porque la obra “tuviera” esas fases, sino porque la simulación del caso Mosquera se hizo fase por fase, mostrando qué habría pasado si la interventoría hubiera aplicado cada componente desde el principio. Por ejemplo, cuando se analiza la problemática del presupuesto frente al diseño, no se mencionan las fases por capricho; se mencionan porque la Fase 1 (inicio y revisión documental), por sí sola, habría detectado el desfase entre los seis pisos diseñados y la capacidad financiera real. Es decir, cada problemática se lee a través de la lente de una fase específica del modelo, lo que permite ver la trazabilidad entre teoría y práctica.

Desde el punto de vista teórico, este ejercicio confirma que las herramientas del PMBOK v6 y del RMF no solo funcionan en otros sectores, sino que también pueden adaptarse a la

interventoría pública, que tiene dinámicas distintas. En los resultados se ve, por ejemplo, que herramientas como el registro de riesgos, los análisis cualitativos y las matrices de probabilidad-impacto no solo organizan la información, sino que ayudan a entender qué riesgos son realmente críticos. Y al mirar las fases del RMF —sobre todo las relacionadas con monitoreo y retroalimentación— se ve que estas habrían evitado que problemas pequeños se volvieran desviaciones grandes, como ocurrió con los errores en las memorias de cantidades o con las actividades omitidas.

Otro punto relevante que surge al interpretar los resultados es que el modelo no solo sirve para anticipar riesgos; también ordena la manera en que la interventoría toma decisiones. En Mosquera, muchas decisiones se tomaron de manera reactiva y sin matrices de apoyo. Eso aparece varias veces en los resultados y, al cruzarlo con el modelo, se entiende que la ausencia de un procedimiento estandarizado generó decisiones sueltas, sin trazabilidad y con impactos acumulados. Justamente por eso el modelo propone listas de chequeo, matrices de trazabilidad tripartita y métodos comparativos que permiten justificar técnicamente cada decisión.

Además, en los resultados se observa algo que no es tan obvio al inicio: la obra terminó aplicando —aunque tarde— procesos muy parecidos a los del modelo. Durante la suspensión, por ejemplo, se tuvieron que revisar las memorias, rehacer actividades, recalcular cantidades y verificar el presupuesto. Todo eso es prácticamente lo que la Fase 1 del modelo exige. Esto refuerza la idea de que el modelo no es teórico ni abstracto, sino que traduce en un procedimiento ordenado muchas actividades que, en la realidad, las interventorías terminan haciendo, pero de forma reactiva.

Finalmente, la discusión permite ver que el mayor aporte técnico del modelo no es solo integrar PMBOK y RMF, sino mostrar un camino claro para pasar de una interventoría intuitiva a

una interventoría basada en evidencia, con herramientas, análisis y controles que se pueden replicar. Esto es especialmente importante porque, como muestran los resultados, la falta de gestión de riesgos organizada no solo genera sobrecostos, sino que aumenta la incertidumbre, afecta la calidad y expone a la interventoría a responsabilidades fiscales y disciplinarias. Por eso, más que una recomendación, el estudio sugiere que la gestión de riesgos formal debería ser una práctica obligatoria en proyectos de infraestructura deportiva.

7. Conclusiones

De acuerdo con el objetivo específico #1, que planteaba establecer mecanismos para la identificación de riesgos en interventorías de infraestructura deportiva, se cumple porque la propuesta del modelo incluye herramientas como la matriz de probabilidad e impacto, la vigilancia tecnológica y los registros de riesgos. En los resultados, al analizar el caso del Estadio de Mosquera, se demostró que este enfoque permitió detectar anticipadamente la incompatibilidad entre el diseño proyectado de seis niveles y el presupuesto real, lo que derivó en sobrecostos superiores al 60%. Con esto, se valida que los mecanismos de identificación planteados son eficaces y pertinentes para el contexto colombiano.

Respecto al objetivo específico #2, que buscaba diseñar herramientas y técnicas para formular estrategias de respuesta a riesgos, se cumple porque el modelo logró articular las categorías de respuesta del PMBOK v6 (evitar, mitigar, transferir y aceptar) con el enfoque cíclico del RMF. En la propuesta del modelo, estas estrategias se concretan en planes de acción con responsables, recursos y cronogramas definidos. A nivel de resultados, se evidencia que, de haber sido aplicadas en el caso del estadio de Mosquera, estas respuestas permitieron gestionar con mayor control los problemas contractuales y técnicos que surgieron durante la obra.

En relación con el objetivo específico #3, que consistía en desarrollar un mecanismo de monitoreo y control de riesgos, se cumple porque el modelo incorpora sistemas de trazabilidad y de alerta temprana que hacen que la gestión no sea estática, sino continua y dinámica. En la propuesta, se plantea que este seguimiento sea transversal a todas las fases, asegurando que los riesgos se revisen periódicamente y se actualicen en tiempo real. En los resultados, el ejercicio con el estadio de Mosquera muestra que este mecanismo detectó tempranamente las desviaciones en los tiempos de ejecución y en el uso del presupuesto, evitando improvisaciones y fortaleciendo el control preventivo.

Después de analizar todo el caso del Estadio de Mosquera y de revisar paso a paso cada una de las fases del modelo que se propuso, creo que queda claro que la interventoría en Colombia sí necesita una metodología propia y mucho más ordenada para gestionar riesgos. Lo que pasó en este proyecto demuestra que muchas de las fallas no fueron por mala intención, sino por falta de herramientas, falta de revisión temprana y falta de un procedimiento claro que obligara a anticipar y no a reaccionar. Por eso, el modelo realmente aporta algo útil, algo que se puede aplicar y que no se queda solo en teoría. No es un modelo perfecto, obviamente, pero sí es un modelo realista y adaptable, y eso es lo que lo hace valioso. Sirve para que la interventoría tenga más control, tome mejores decisiones y tenga cómo justificar técnicamente lo que recomienda. En otras palabras, este modelo sí ayuda a mejorar la gestión de riesgos y, por tanto, mejora también la forma en la que se acompaña un proyecto público desde la interventoría.

La gestión de riesgos debería dejar de verse como un complemento y empezar a tomarse como el eje central del trabajo de interventoría. En este estudio se vio claramente que casi todos los problemas graves del proyecto (sobrecostos, retrasos, suspensiones, omisiones de diseño, dificultades técnicas) estaban relacionados con riesgos que se pudieron detectar desde el inicio.

Esto confirma que, si la interventoría integra el riesgo desde la fase de planeación, los proyectos tendrían menos improvisación y menos caos. Por eso, este modelo no solo funciona para el estadio de Mosquera, sino que podría servir en otros municipios e incluso en otros tipos de obras públicas. Es un modelo flexible, práctico y que se ajusta a la realidad de Colombia, donde cada obra tiene sus propios retos, pero también sus mismas fallas repetitivas. Integrar el riesgo como base del trabajo interventor no solo mejora el control, sino que también fortalece la transparencia, la toma de decisiones y la confianza entre las entidades y los contratistas.

8. Recomendaciones

Las recomendaciones que surgen de este trabajo buscan realmente mejorar cómo se gestionan los riesgos en proyectos de infraestructura deportiva, sobre todo en contextos públicos como el del Estadio Municipal de Mosquera, donde se evidenciaron varias falencias que podrían evitarse si se aplicara una metodología más clara. En primer lugar, se considera que es necesario reforzar la parte normativa y jurídica desde la planeación misma. Muchas de las fallas que se encontraron en el estadio vienen de que los diseños y los pliegos no fueron revisados a profundidad antes del contrato, y eso generó problemas que después fueron muy difíciles de corregir. La interventoría debería tener un rol más fuerte en esa etapa inicial, revisando bien los documentos, haciendo trazabilidad y verificando que sí exista coherencia entre diseño, presupuesto y normativa. Además, sería bueno que los estudios previos incluyan un plan de riesgos obligatorio, no uno genérico, sino uno que de verdad se actualice y se use durante toda la obra.

En la parte financiera, también se evidenció que faltaron herramientas básicas para anticipar problemas. Una recomendación muy importante es que los proyectos incluyan una

reserva de contingencia real, no simbólica, porque en el caso del estadio fue evidente que no había margen de maniobra cuando empezaron a aparecer sobrecostos. También es clave usar el método del Valor Ganado (EVM) para llevar un control constante tanto del tiempo como del dinero. Esto permitiría identificar desviaciones desde temprano y no cuando ya es demasiado tarde, como ocurrió en este proyecto. Igualmente, los contratistas deberían presentar análisis financieros más completos, sobre todo de materiales sensibles como el acero, la iluminación y los sistemas especiales, que son rubros que cambian mucho en el mercado y generan riesgos importantes.

En cuanto a la implementación del modelo de riesgos que se propone, lo ideal sería aplicarlo de forma escalonada. Es decir, empezar con una revisión técnica fuerte, seguir con la identificación y análisis de los riesgos más relevantes, luego planear las respuestas y, finalmente, llevar un monitoreo constante con indicadores claros. Para que esto funcione, la interventoría necesita más herramientas tecnológicas y más capacitación. No se trata de llenar matrices por llenar, sino de que el modelo sea realmente útil y se discuta en los comités técnicos. Además, un tablero de riesgos actualizado en tiempo real ayudaría bastante a tomar decisiones rápidas y a mantener a todos los actores informados.

Ahora, en cuanto a la sostenibilidad y la mejora continua, es clave tener en cuenta el contexto climático y ambiental, especialmente en zonas como Mosquera donde las lluvias y los cambios de temperatura afectan bastante la obra. Se recomienda que se hagan ciclos de retroalimentación cada cierto tiempo para ajustar las matrices de riesgos e ir documentando tanto los aciertos como los errores. Esto ayuda a que la organización aprenda y no repita las mismas fallas en otros proyectos. También es importante pensar en la sostenibilidad de los materiales, el consumo energético y el comportamiento a largo plazo de los sistemas del estadio.

En relación con el trabajo académico, creo que en una siguiente fase sería muy valioso profundizar en la parte económica del riesgo, es decir, realmente calcular cuánto cuesta cada riesgo y qué tan conveniente es aplicar cada medida de mitigación. Incluso se podría hacer un tablero digital o una herramienta sencilla que ayude a municipios o entidades públicas a implementar este modelo sin tanta complejidad. Otra línea interesante sería integrar modelos predictivos más avanzados, como inteligencia artificial, que servirían para anticipar riesgos cuando la información es limitada. También se podría ampliar el estudio incluyendo más áreas del PMBOK, como comunicaciones o adquisiciones, para tener un modelo más integral.

Por último, se considera que el modelo puede adaptarse a otros contextos. Por ejemplo, municipios con menos capacidad técnica podrían usar una versión más sencilla, con matrices más cortas y herramientas más básicas. También se podría aplicar en coliseos, parques o centros deportivos, porque comparten muchos riesgos similares. Sería bueno que gobernaciones o entes deportivos regionales también lo adopten, y que incluso se hagan alianzas con universidades para seguir mejorándolo y aplicándolo en diferentes regiones del país. Al final, la idea es que la gestión de riesgos en interventorías deje de ser reactiva y se convierta en una práctica más técnica y preventiva.

Referencias

- Lu, Y., Fan, X., Zhang, Y., Wang, Y., y Jiang, X. (2023). Machine Learning Models Using SHapley Additive exPlanation for Fire Risk Assessment Mode and Effects Analysis of Stadiums. *Sensors*, 23(4), <https://doi.org/10.3390/s23042151>
- Rodríguez-Rivero, R., Ortiz-Marcos, I., Romero, J., & Ballesteros-Sánchez, L. (2020). Finding the Links between Risk Management and Project Success: Evidence from International

- Development Projects in Colombia. *Sustainability*, 12(21), <https://doi.org/10.3390/su12219294>
- Ika, L.A.; Lytvynov, V. The “Management-Per-Result” Approach to International Development Project Design. *Proj. Manag. J.*, 42 (87-104), <https://doi.org/10.1002/pmj.20248>
- Cabral, S., & Silva, A. (2013). An approach for evaluating the risk management role of governments in public-private partnerships for mega-event stadiums. *European Sport Management Quarterly*, 13(472 - 490), <https://doi.org/10.1080/16184742.2013.811607>
- Blanco-Mesa, F., Rivera-Rubiano, J., Patiño-Hernandez, X., & Martinez-Montaña, M. (2019). THE IMPORTANCE OF ENTERPRISE RISK MANAGEMENT IN LARGE COMPANIES IN COLOMBIA. *Technological and Economic Development of Economy*, 25(4), <https://doi.org/10.3846/tede.2019.9380>
- De La Ossa, J., Ruíz, A., Quiroz, H., Sanchez, P., Argel, S., & Rosso-Pinto, M. (2024). RISK MANAGEMENT AS AN ENVIRONMENTAL DETERMINANT: CASE STUDY IN THE VILLAGE OF EL PLAYÓN BAJO SINÚ (CÓRDOBA, COLOMBIA).. *International Journal of Conservation Science*, 15(4), https://ijcs.ro/public/IJCS-24-04_89_Ossa.pdf
- Suarez-Paba, M., Cruz, A., & Muñoz, F. (2020). Emerging Natech risk management in Colombia: A survey of governmental organizations. *Safety Science*, 128(104777), <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104777>
- Ensslin, L., Ensslin, S., & Pacheco, G. (2012). Um estudo sobre segurança em estádios de futebol baseado na análise bibliométrica da literatura internacional. *Perspectivas Em Ciencia Da Informacao*, 17(2), <https://doi.org/10.1590/S1413-99362012000200006>

- Howland, F., & Coq, J. (2022). Disaster risk management, or adaptation to climate change? The elaboration of climate policies related to agriculture in Colombia. *Geoforum*, 131(163-172), <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2022.02.012>
- Arzhenovskiy S.V. Et Ál (2019). Audit Risk Assessment Model. *International Journal of Economics and Business Administration*, (7)74-85, <https://ijeba.com/journal/253>
- Houston, R., Peters, M., & Pratt, J. (1999). The Audit Risk Model, Business Risk and Audit-Planning Decisions. *A quarterly journal of the American Accounting Association*, (74)281-298, <https://doi.org/10.2308/accr.1999.74.3.281>
- Wang, C. (2024). Research on Audit Risk Prediction and Management Based on Machine Learning Algorithm. *International Conference on Machine Learning, Big Data and Business Intelligence(MLBDBI)*189-192. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10823844>.
- Wen Lin, Jie Li, "Research on Intelligent Audit System Based on Optimized BP Neural Network", *3rd International Conference on Data Science and Network Security (ICDSNS)*1-7, <https://ieeexplore.ieee.org/document/11168497>
- Wang, J. (2023). Analysis of Financial Internal Audit of Institutions Based on Risk Management Perspective. *Financial Engineering and Risk Management*, 6(7), <https://clausiuspress.com/article/8370.html>
- Al-Kaissy, M., Arashpour, M., Ashuri, B., Bai, Y., & Hosseini, R. (2020). Safety management in construction: 20 years of risk modeling. *Safety Science*, 129, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104805>
- Topal, S., & Atasoylu, E. (2022). A Fuzzy Risk Assessment Model for Small Scale Construction Work. *Sustainability*, 14(8), <https://doi.org/10.3390/su14084442>

- Liao, C., Aminudin, E., Mohd, S., & Yap, L. (2022). Intelligent Risk Management in Construction Projects: Systematic Literature Review. *IEEE Access*, 10(72936-72954), <https://ieeexplore.ieee.org/document/9817135>
- Tepeli, E., Taillandier, F., & Breysse, D. (2019). Multidimensional modelling of complex and strategic construction projects for a more effective risk management. *International Journal of Construction Management*, 21(1218-1239), <https://doi.org/10.1080/15623599.2019.1606493>
- Rostami, A., Sommerville, J., Wong, I., & Lee, C. (2015). Risk management implementation in small and medium enterprises in the UK construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 22(91-107), <https://doi.org/10.1108/ECAM-04-2014-0057>
- Khodabocus, S., & Seyis, S. (2023). Multi-criteria decision-making model for risk management in modular construction projects. *International Journal of Construction Management*, 24(240 - 250), <https://doi.org/10.1080/15623599.2023.2276649>
- Khodabakhshian, A., Puolitaival, T., & Kestle, L. (2023). Deterministic and Probabilistic Risk Management Approaches in Construction Projects: A Systematic Literature Review and Comparative Analysis. *Buildings*, 13(5), <https://doi.org/10.3390/buildings13051312>
- Machfudiyanto, R., Rachmawati, T., Laksono, N., Soltani, M., & Park, C. (2024). Development of Construction Safety Dashboard Based on Four-Dimensional Building Information Modeling for Fall Prevention: Case Study of Stadium Roof Works. *Buildings*, 14(9), 2882, <https://doi.org/10.3390/buildings14092882>
- Khodabakhshian, A., Cecconi, R., & Droguett, E. (2025). Probabilistic risk identification and assessment model for construction projects using elicitation based bayesian network.

Journal of Information Technology in Construction, 30(3-32),
https://www.itcon.org/papers/2025_09-ITcon-Khodabakhshian.pdf

Contraloría Distrital de Buenaventura. (2025, 1 de septiembre). Obras inconclusas del Marino Klinger y Casa de la Cultura se analizaron en Comisión Regional de Moralización, <https://www.contraloriabuenaventura.gov.co/informacion-al-ciudadano/noticias/527-obras-inconclusas-del-marino-klinger-y-casa-de-la-cultura-se-analizaron-en-comision-regional-de-moralizacion>

Contraloría General de Antioquia. (2020). Informe definitivo de auditoría regular – vigencia 2019: Instituto Departamental de Deportes de Antioquia (INDEPORTES). Contraloría General de Antioquia, <https://indeportesantioquia.gov.co/wp-content/uploads/2023/08/Auditoria-Regular-CGA-vigencia-2019.pdf>

Contraloría de Bogotá. (2016). Informe final auditoría de desempeño: IDR D – Centro de Alto Rendimiento del Golf, https://portal1.contraloriabogota.gov.co/sites/default/files/Contenido/Informes/Auditoria/Direcci%C3%B3n%20Sector%20Educaci%C3%B3n/PAD_2016/JL-DC/Desempe%C3%B1o/D_IDRD_CODIGO30.pdf

Contraloría de Bogotá, D.C. (2011). Informe ejecutivo actuaciones especiales “Operativo” No.: IDR D – Contrato de obra 432 de 2010 (Estadio Nemesio Camacho El Campín). Contraloría de Bogotá, D.C. <https://portal1.contraloriabogota.gov.co/sites/default/files/Contenido/Informes/Auditoria/Direcci%C3%B3n%20Reacci%C3%B3n%20Inmediata/OPERATIVO%2019%20IDRD%20CONTRATO%20432.pdf>

Liu, F.; Zhao, S.; Weng, M.; Liu, Y. Fire risk assessment for large-scale commercial buildings based on structure entropy weight method. *Safety science*, 94(26–40), <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.12.009>

Contraloría Distrital de Buenaventura. (2025, 1 de septiembre). Obras inconclusas del Marino Klinger y Casa de la Cultura se analizaron en Comisión Regional de Moralización. <https://www.contraloriabuenaventura.gov.co/informacion-al-ciudadano/noticias/527-obras-inconclusas-del-marino-klinger-y-casa-de-la-cultura-se-analizaron-en-comision-regional-de-moralizacion>

Contraloría General de la República [@CGR_Colombia]. (2025, ago.). Mesa técnica sobre el Estadio Marino Klinge hallazgos fiscales por cerca de \$20 mil millones

Contraloría de Bogotá, D.C. (2024). Contratación Mundial Sub-20 (auditoría IDRDR). Contraloría de Bogotá, D.C. (menciona el CONPES 3623 como marco de adecuaciones de estadios). https://portal1.contraloriabogota.gov.co/sites/default/files/Contenido/Informes/Auditoria/Direcci%C3%B3n%20Sector%20Educa%C3%B3n/PAD_2011/Abreviadas/IDRD/Contratacion%20Mundial%20Sub%202020.pdf

Apéndices

Apéndice A. Consulta a expertos

Para complementar la validación del modelo integral de gestión de riesgos, se realizó una encuesta con el fin de conocer la opinión de profesionales con experiencia directa en la interventoría de infraestructura en Colombia. La encuesta se estructuró con el fin de ser dirigida a un grupo de ingenieros civiles con diferentes niveles de experiencia, los cuales hayan estado

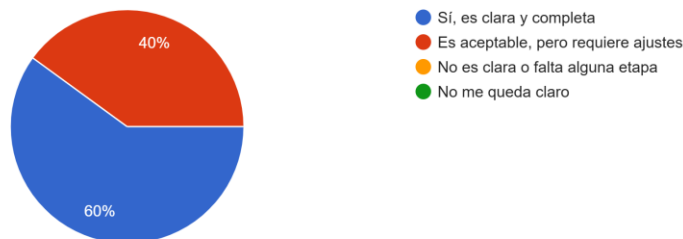
vinculados al sector público. Esto con el objetivo de identificar la viabilidad práctica de la aplicación del modelo propuesto y a su vez, recopilar observaciones que permitan ajustar componentes a la realidad del sector.

La encuesta incluía preguntas cerradas y abiertas, las primeras preguntas fueron enfocadas en identificar el nivel de experiencia del encuestado, posteriormente se plantearon preguntas enfocadas en medir la percepción de los expertos sobre el nivel de utilidad de cada fase del modelo, y la familiaridad con los estándares como PMBOK y RMF. A continuación, detallamos las preguntas utilizadas en la encuesta:

- Según el esquema del modelo adjunto, ¿considera que la secuencia de etapas (Identificación → Análisis → Planificación → Retroalimentación) es lógica y aplicable en interventoría de estadios?

Figura 1010. *Esquema secuencia etapas.*

Según el esquema del modelo adjunto, ¿considera que la secuencia de etapas (Identificación → Análisis → Planificación → Retroalimentación) es lógica y aplicable en interventoría de estadios?
10 respuestas



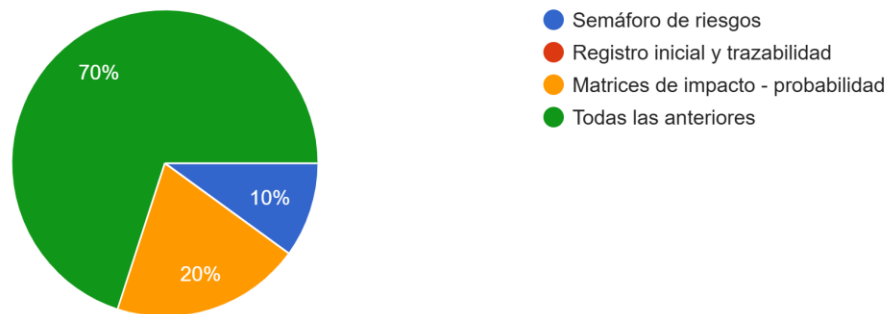
De acuerdo con el gráfico, podemos identificar que 6 de cada 10 ingenieros encuestados consideran que la secuencia del modelo propuesto es clara y completa, por lo que es aplicable a la interventoría de estadios. Por otra parte, el 40% percibe que es aceptable, pero necesita ajustes, lo

que nos muestra que la mayoría de expertos respaldó la lógica general del modelo reconociendo oportunidades de perfeccionamiento.

- ¿Cuál de estas herramientas del modelo considera más útil para la fase de Identificación de riesgos?

Figura 1111. *Esquema de herramientas de identificación de riesgos.*

¿Cuál de estas herramientas del modelo considera más útil para la fase de Identificación de riesgos?
10 respuestas



Esta pregunta nos muestra el consenso de la percepción de los encuestados, ya que 7 de cada 10 ingenieros consideran que todas las herramientas son útiles para la identificación de riesgos. El 20% de los profesionales destacó las matrices de impacto – probabilidad como herramienta útil, lo que evidencia que es importante cuantificar y priorizar la probabilidad e impacto de los riesgos desde el inicio del proyecto. Por su parte el 10% de los profesionales eligieron el semáforo de riesgos como herramienta, ya que en su opinión es el mecanismo visual más efectivo para clasificar los peligros detectados. Ninguno de los encuestados se inclinó únicamente por el registro inicial y la trazabilidad, lo que permite asumir que los ingenieros

consideran este aspecto necesario pero insuficiente de forma aislada, lo cual refuerza la idea de que la identificación de riesgos debe apoyarse en un conjunto de herramientas integradas.

- Desde su experiencia, ¿cree que la inclusión de un “Comité de seguimiento” y un “Protocolo de respuesta” mejora la capacidad de reacción ante riesgos?

Figura 1212. *Esquema reacción de riesgos.*

Desde su experiencia, ¿cree que la inclusión de un “Comité de seguimiento” y un “Protocolo de respuesta” mejora la capacidad de reacción ante riesgos?
10 respuestas

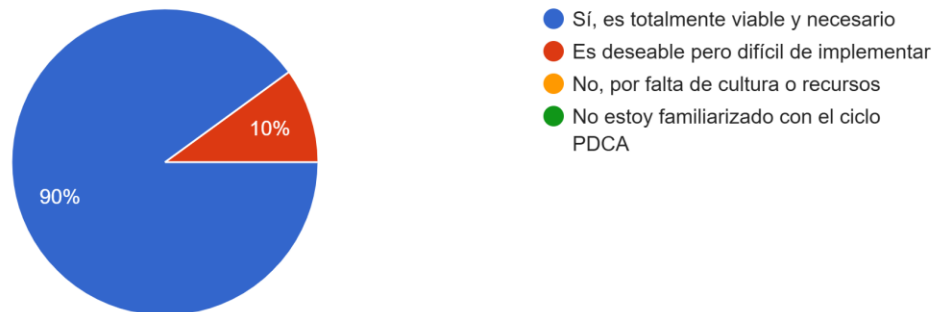


El gráfico nos muestra que la mitad de los encuestados considera que la inclusión de un comité de seguimiento y un protocolo de respuesta puede optimizar la reacción ante los riesgos siempre que se implemente adecuadamente, esto quiere decir que su efectividad depende de factores como el diseño, la claridad en la asignación de roles y la agilidad en la toma de decisiones. Por otro lado, el 40% de los profesionales opina que estas estructuras mejoran la capacidad de reacción lo que afianza los beneficios de formalizar el seguimiento y las respuestas. Finalmente, el 10% de los ingenieros cree que esto puede volverse burocrático y lento, lo cual muestra escepticismo en este aspecto ya que hay profesionales que no consideran importante implementar este control.

- El modelo propone un ciclo de retroalimentación (Cicla PDCA) para optimizar continuamente. ¿Considera viable aplicar esta mejora continua en proyectos de interventoría en Colombia?

Figura 1313. *Esquema de ciclo PDCA.*

El modelo propone un ciclo de retroalimentación (Cicla PDCA) para optimizar continuamente.
¿Considera viable aplicar esta mejora continua en proyectos de interventoría en Colombia?
10 respuestas



Esta pregunta nos muestra que los ingenieros respaldan el ciclo de retroalimentación PDCA, ya que afirman que aplicar la mejora continua es totalmente viable y necesaria en los proyectos de interventoría en Colombia, esto muestra un alto grado de confianza en la optimización de procesos de manera sistemática. Por otro lado, sólo el 10% de los encuestados consideró que no era viable aplicar el PDCA debido a que es difícil de implementar, lo que quiere decir que pueden encontrarse barreras institucionales, falta de recursos o cultura organizacional que impida adoptar la mejora continua. En síntesis, estos resultados nos muestran el respaldo a la incorporación del ciclo PDCA en el modelo propuesto, resaltando los esfuerzos de capacitación y asignación de recursos, los cuales resultan ser clave para garantizar el éxito en todos los contextos.

- Desde su experiencia, ¿qué elemento añadiría o ajustaría en el modelo propuesto para hacerlo más práctico en interventoría de estadios?

Los comentarios recibidos en esta pregunta enfatizaron la necesidad de reforzar el cumplimiento normativo, ya que algunos ingenieros sugieren alinear la fase inicial con los requisitos constructivos establecidos por la FIFA, esto con el fin de garantizar que se cumple con toda la normativa establecida para la construcción de escenarios deportivos. Otro grupo de profesionales recomendaron mejorar la trazabilidad y el seguimiento, con esto proponen incorporar un procedimiento específico de control de entregas y garantías, incluyendo un tiempo estimado para subsanar cada riesgo y garantizar la trazabilidad de forma transversal durante las fases del modelo. Finalmente, indicaron que el modelo les parecía eficiente y completo, lo que demuestra que, con las observaciones y recomendaciones, se puede apuntar a ampliar la practicidad del modelo mediante ajustes normativos de acuerdo al contexto de integración del modelo.

- Es una propuesta que se está haciendo para la gestión de riesgos en interventoría, ¿considera que es aplicable el modelo en obras de infraestructura? (Sí o no)
Argumente su respuesta

Las respuestas de esta pregunta reflejan que la mayoría de ingenieros consideran que el enfoque propuesto cubre una brecha habitual en la práctica de la interventoría de infraestructura deportiva en Colombia, puesto que a menudo se aplican modelos de gestión de proyectos sin profundizar en el análisis previo, lo que destaca que contar con un plan de trabajo y una gestión de riesgos definida correctamente es indispensable en cualquier proyecto de infraestructura deportiva, además, permite controlar variables críticas, establecer acciones preventivas y fomentar un proceso de mejora continua. Algunos de los profesionales señalaron que el modelo podría ajustarse según

las prioridades y las características de cada proyecto, ya que advierten que el mayor reto de esto es la implementación efectiva del modelo.