TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHETUMAL

“EVALUACIÓN DE RIESGOS EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL DEL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO BAJO EL ENFOQUE DEL PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE”

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CONSTRUCCIÓN

PRESENTA:

ARQ. JESÚS ADEMAR CANCHE BUENFIL

DIRECTOR:

MTRO. ALBERTO YELADAQUI TELLO

Chetumal, Quintana Roo, 2025



Instituto Tecnológico de Chetumal
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Chetumal, Quintana Roo, a 03/diciembre/2025
Asunto: Aprobación de Tesis

M.C. ALBERTO YELADAQUI TELLO
COORDINADOR DE LA
MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

P R E S E N T E

Por este medio tenemos a bien comunicarle que el trabajo de tesis "EVALUACIÓN DE RIESGOS EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL DEL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO BAJO EL ENFOQUE DEL PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE", del alumno JESUS ADEMAR CANCHE BUENFIL (No. control M11390258), ha sido revisado y aprobado por el Comité Tutorial, por lo que puede continuar con los trámites para la obtención del grado de Maestro en Construcción.

Sin otro particular quedamos de Usted.

A T E N T A M E N T E

COMITÉ TUTORIAL

M.C. ALBERTO YELADAQUI TELLO
DIRECTOR DE TESIS

DR. LUIS FELIPE JIMÉNEZ TÓRREZ
ASESOR DE TESIS

DR. RICARDO ENRIQUE VEGA AZAMAR
ASESOR DE TESIS

DRA. MARITZA CHAN JUÁREZ
ASESORA DE TESIS



2025 Año de La Mujer Indígena



Instituto Tecnológico de Chetumal
División de Estudios de Posgrado e Investigación

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD Y AUTENTICIDAD

Por medio de la presente, JESUS ADEMAR CANCHE BUENFIL declaro que el trabajo de investigación titulado EVALUACIÓN DE RIESGOS EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL DEL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO BAJO EL ENFOQUE DEL PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE y dirigido por el M.C. ALBERTO YELADAQUI TELLO como tema de tesis para la obtención del Título de MAESTRO EN CONSTRUCCIÓN es original. El presente trabajo de investigación es el resultado de mi trabajo personal, el cual no ha sido copiado de investigaciones previas publicadas en medios digitales y/o impresos. Las ideas, definiciones y/o ilustraciones tomadas de trabajos previos han sido citadas de la manera correcta para dar crédito a los autores originales. Declaro que el presente trabajo de investigación no ha sido presentado anteriormente para obtener algún grado académico o título, y tampoco ha sido publicado en sitio alguno. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y cometer plagio es objeto de sanciones legales, por lo que asumo cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de irregularidades en el presente documento, así como de los derechos sobre la obra presentada. Asimismo, me hago responsable ante el Instituto Tecnológico de Chetumal o terceros de cualquier irregularidad o daño que pudiera ocasionar por el incumplimiento de lo declarado. De identificarse falsificación, plagio, fraude, o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, responsabilizándome por todas las cargas pecuniarias o legales que se deriven de ello y sometiéndome a las normas vigentes del Instituto Tecnológico de Chetumal y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

ATENTAMENTE

JESUS ADEMAR CANCHE BUENFIL

Chetumal, Quintana Roo, a 03 de diciembre de 2025.





Instituto Tecnológico de Chetumal
División de Estudios de Posgrado e Investigación

DECLARACIÓN DE PROPIEDAD

Declaro que la información contenida en este documento titulado "EVALUACIÓN DE RIESGOS EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL DEL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO BAJO EL ENFOQUE DEL PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE" proviene de las actividades de investigación durante el periodo que se me asignó para desarrollar mi trabajo de tesis dentro del programa de MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN en el Instituto Tecnológico de Chetumal del Tecnológico Nacional de México y que dicha información le pertenece en términos de la Ley de Propiedad Industrial, por lo que no me reservo ningún derecho sobre ello.

ATENTAMENTE

JESUS ADEMAR CANCHE BUENFIL

Chetumal, Quintana Roo, a 03 de diciembre de 2025.



Agradecimientos

A Dios, por sostenerme en los momentos de duda, fortalecerme en los instantes de cansancio y concederme la sabiduría y la perseverancia necesarias para no rendirme. Por abrir los caminos correctos y acompañarme en cada paso de este proceso, haciendo posible la culminación de esta etapa tan significativa de mi formación académica y personal.

A la mujer más maravillosa del mundo, mi amada esposa Estephani Ku, por ser mi mayor apoyo constante. Gracias por tu paciencia infinita, por creer en mí incluso cuando yo dudaba y por caminar a mi lado durante cada desvelo, esfuerzo y desafío que implicó esta investigación. Este logro también es tuyo, porque tu amor, tu confianza y tus palabras de aliento fueron el impulso que me permitió llegar hasta aquí.

Al director de esta tesis, M.C. Alberto Yeladaqui Tello, por su acompañamiento académico, su disposición y compromiso, así como por compartir generosamente sus conocimientos y observaciones, las cuales fueron fundamentales para dar solidez y rigor a este trabajo de investigación.

Al comité tutorial y a los docentes del posgrado de la maestría en construcción, por sus valiosas aportaciones, sugerencias y observaciones críticas, que enriquecieron este estudio y contribuyeron de manera significativa a su calidad académica.

A mis padres, Sergio Canche y Elizabeth Buenfil, por ser el pilar de mi formación personal y profesional. Gracias por su apoyo incondicional, por los valores transmitidos, el esfuerzo constante y el ejemplo de vida que han guiado cada uno de mis pasos y han hecho posibles mis logros.

Índice General

Resumen 5
Abstract 6
Introducción 1
CAPITULO I. FUNDAMENTOS 3
1.1. Antecedentes del problema 3
1.2. Planteamiento del problema 7
1.3. Marco teórico 10
1.4. Estado del Arte 16
1.5. Justificación 20
1.6. Premisa 21
1.7. Objetivos 21
1.8. Metas 21
CAPÍTULO 2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN 22
2.1. Metodología 22
CAPÍTULO 3. TRABAJO DE GABINETE 30
3.1. Adaptación de la metodología del Project Management Institute para evaluar los riesgos en obras de infraestructura vial del Municipio de Othón P. Blanco. 30
3.2. Identificación de los riesgos negativos más comunes en la construcción de obras de infraestructura vial a partir de técnicas de análisis cualitativo. 31
3.3. Determinación de las causas e impactos que los riesgos negativos originan en las obras de infraestructura vial a partir de fuentes confiables. 39
3.4. Estimación de la relación porcentual de los costos que pueden implicar de no ser gestionados correctamente a partir de metodología existente. 72
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y ANÁLISIS 81
Conclusiones 93
Recomendaciones 94
Referencias 96
Anexos 100

Índice de tablas

Tabla 1. Estructura de desglose para proyecto genérico 24

Tabla 2 Actividades programadas para el desarrollo de la investigación..... 29

Tabla 3 Resumen de información obtenida de documentación histórica 35

Tabla 4:Información de contiene la matriz realizada para los 38 expedientes de proyectos de infraestructura 37

Tabla 5 Análisis FODA por lugar donde se originan los riesgos 40

Tabla 6 Continuidad de la tabla 4..... 41

Tabla 7 Matriz de probabilidad de impacto..... 44

Tabla 8 Escala de categorías de nivel de riesgo 45

Tabla 9 Escala de probabilidad para la integración de la matriz de riesgos 45

Tabla 10 Escala de impacto para la integración de la matriz de riesgos 45

Tabla 11 Valoración de la calidad de los datos 50

Tabla 12 Identificación de criterios..... 51

Tabla 13 Matriz de decisión 51

Tabla 14 Matriz con valores de los criterios normalizados y ponderados..... 54

Tabla 15 Distancia a la alternativa ideal..... 58

Tabla 16 Distancia a la alternativa no ideal..... 61

Tabla 17 Evaluación de la proximidad relativa..... 65

Tabla 18 Priorización de factores de riesgo según su proximidad relativa a la solución ideal por grupo de riesgo 67

Tabla 19 Categorización general de factores de riesgo según su proximidad relativa a la solución ideal .. 70

Tabla 20 Recomendaciones para cada factor de riesgo..... 81

Tabla 21 Riesgos Categorizados según su nivel de impacto..... 89

Índice de figuras

Figura 1. Riesgos, etapas de un proyecto y factores que influyen 3
Figura 2 Etapas para una correcta gestión de riesgos 4
Figura 3 Bosquejo Metodológico elaborado a partir del Project Management Institute 22
Figura 4 Posiciones de alternativas ideal y Anti-ideal 27
Figura 5 Proceso metodológico para la investigación a desarrollar 30
Figura 6 Organización de estructura de desglose 32
Figura 7 Estructura de desglose preliminar 33
Figura 8 Estructura de desglose final 34
Figura 9 Documentación analizada 37
Figura 10 Formato de lista de verificación usada para medir probabilidad e impacto de riesgos 38
Figura 11 Rango de años de experiencia de los expertos que resolvieron el formulario 39
Figura 12 Proporción por años de experiencia de los expertos que resolvieron el formulario 39
Figura 13 Diagrama de Influencia en la etapa de planeación del proyecto 42
Figura 14 Diagrama de Influencia en la etapa de licitación y adjudicación del proyecto 43
Figura 15 Diagrama de Influencia en la etapa de control del proyecto 43
Figura 16 Diagrama de Influencia en la etapa de ejecución del proyecto 44
Figura 17 Matriz de probabilidad e impacto de los riesgos asociados al sector público y área de diseño .. 46
Figura 18 Matriz de probabilidad e impacto de los riesgos asociados a los contratistas y los subcontratistas 47
Figura 19 Matriz de probabilidad e impacto de los riesgos asociados a la proveeduría y a los riesgos políticos sociales 47
Figura 20 Matriz de probabilidad e impacto de los riesgos socioculturales y económicos 48
Figura 21 Matriz de probabilidad e impacto de los riesgos ambientales y otro tipo de riesgos 48
Figura 22 valores de la media, máxima y mínima de los riesgos asociados al sector público. 74
Figura 23 valores de la media, máxima y mínima de los riesgos asociados al área de diseño. 75
Figura 24 valores de la media, máxima y mínima de los riesgos asociados a los contratistas 75

Figura 25 valores de la media, máxima y mínima de los riesgos asociados a los subcontratistas 76
Figura 26 valores de la media, máxima y mínima de los riesgos asociados a los proveedores 76
Figura 27 valores de la media, máxima y mínima de los riesgos políticos sociales..... 77
Figura 28 valores de la media, máxima y mínima de los riesgos socioculturales..... 77
Figura 29 valores de la media, máxima y mínima de los riesgos de tipo económico 78
Figura 30 valores de la media, máxima y mínima de los riesgos ambientales..... 78
Figura 31 valores de la media, máxima y mínima de otros riesgos..... 79

Resumen

El documento se enfoca en evaluar los factores de riesgo asociados a la infraestructura vial en el municipio de Othón P. Blanco, utilizando un enfoque integral que combina técnicas de análisis cualitativo y cuantitativo. En primer lugar, se emplean técnicas de identificación de riesgos para examinar exhaustivamente los posibles factores que podrían representar amenazas para los proyectos de infraestructura vial. Una vez identificados, se realiza un análisis cualitativo para evaluar el impacto potencial de estos riesgos y su probabilidad de ocurrencia, permitiendo así priorizarlos y establecer estrategias de mitigación adecuadas. Además, se recurre a técnicas cuantitativas para determinar la relación porcentual de los costos asociados con los diferentes riesgos identificados, lo que proporciona una comprensión más precisa de la magnitud económica de los mismos y puede llegar a facilitar la asignación eficiente de recursos para su mitigación. Entre las recomendaciones específicas que ofrece el documento, se destacan la utilización de la Técnica para la Ordenación de Preferencias por Similitud a un Ideal (TOPSIS), la Simulación de Montecarlo y el cálculo del Valor Monetario Esperado. Estas técnicas se valoran positivamente debido a su capacidad para evaluar múltiples variables y escenarios posibles, lo que contribuye a una evaluación más completa y precisa de los riesgos de infraestructura vial. En general, el documento proporciona un enfoque holístico y riguroso para evaluar los riesgos de infraestructura vial en Othón P. Blanco, ofreciendo recomendaciones específicas para mejorar la efectividad y precisión de dicha evaluación.

Abstract

The document focuses on evaluating the risk factors associated with road infrastructure in the municipality of Othón P. Blanco, using a comprehensive approach that combines qualitative and quantitative analysis techniques. First, risk identification techniques are used to comprehensively examine potential factors that could pose threats to road infrastructure projects. Once identified, a qualitative analysis is carried out to evaluate the potential impact of these risks and their probability of occurrence, thus allowing them to be prioritized and appropriate mitigation strategies established. In addition, quantitative techniques are used to determine the percentage relationship of the costs associated with the different identified risks, which provides a more precise understanding of their economic magnitude and can facilitate the efficient allocation of resources for their mitigation. Among the specific recommendations offered by the document, the use of the Technique for the Ordering of Preferences by Similarity to an Ideal (TOPSIS), the Monte Carlo Simulation and the calculation of the Expected Monetary Value stand out. These techniques are valued positively due to their ability to evaluate multiple variables and possible scenarios, which contributes to a more complete and accurate assessment of road infrastructure risks. Overall, the document provides a holistic and rigorous approach to assessing road infrastructure risks in Othón P. Blanco, offering specific recommendations to improve the effectiveness and accuracy of such assessment.

Introducción

La industria de la construcción es de las actividades económicas más importantes a nivel mundial, debido a su aportación de riqueza, así como por los trabajos directos e indirectos que produce, sin embargo, es una actividad económica donde el nivel de riesgo que se presenta en los proyectos es muy alto (Armengou Marsans & Cuellar Marquez, 2000).

La crisis económica actual a nivel mundial ocasiona que la gestión de proyectos sea una labor compleja, la cual obliga a integrar nuevas tecnologías y métodos, así como enfrentar una infraestructura que se encuentra en constante cambio y con ello comprender los riesgos que intervienen. Cada crisis es única y se comporta según el contexto socioeconómico, político y ambiental en donde se presenta. Debido a esto los involucrados en los proyectos de construcción, necesitan encontrar métodos para interpretar y responder a la crisis económica, ya que no existe información completa que permita tomar decisiones con relación a la gestión de riesgos en las organizaciones. Por consiguiente, es de vital importancia incluir las perturbaciones externas como un problema en la gestión de los proyectos y reorganizarlos de forma que no cambien los objetivos y el propósito de estos (Leite et al., 2021).

La situación que se vivió en México durante la pandemia COVID-19 permitió incluir a la industria de la construcción como una de las actividades que no se podía detener, derivado de la importancia que tiene a nivel económico nacional, siendo esta industria un pilar de la economía social a nivel nacional.

En la actualidad existe una contribución significativa de la infraestructura con relación al crecimiento, el empleo y el desarrollo socioeconómico; el desarrollo de infraestructura ha entrado en los últimos tiempos en un período de transición, lo que lleva a un modelo económico más impulsado por la demanda y modelos de provisión descentralizados del sector público donde la expansión en la red de infraestructura es un factor importante que puede inducir el crecimiento y desarrollo en países de bajos ingresos (Abdulhaqq et al., 2022).

En el caso de la Infraestructura, el Banco Mundial estima que aumentar un diez por ciento en infraestructura mejora el Producto Interno Bruto arriba de un punto porcentual, por lo que tener una eficiente infraestructura es uno de los grandes retos en el crecimiento económico y social a nivel mundial. (Beckers, et. al, 2013).

Beckers, et. al, (2013) afirman que los grandes proyectos de infraestructura forman parte de las agendas gubernamentales, por lo que las inversiones en infraestructura son muy altas, lo que hace considerar que por el monto de inversión, los riesgos durante la construcción están fuertemente ligados al incremento o

conservación de los costos, por lo cual el análisis de riesgos se convierte en una tarea compleja y difícil pero sutilmente necesaria (Plebankiewicz, Zima, & Wieczorek, 2021).

El Project Management Institute (PMI) es una institución encargada de proporcionar estándares para la correcta gestión y control de proyectos, siendo la gestión de riesgos un elemento de gestión especifico dentro del control de proyectos.

Por otra parte, los peligros en lugares de trabajo son combinados con una demanda de tareas, factores organizacionales, ambientes de trabajo, factores personales y externos que pueden producir riesgos y ocasionar daños graves en los espacios de trabajo (Karakhan & Gambatese, 2018)

En muchos paises del mundo existen normas relacionadas con la aplicación de sistemas de gestion de riesgos en la construcción, sin embargo, la gestión no implica que se exterminen los riesgos en la construcción (Jaber, 2019), por consiguiente, es vital identificarlos, conocer sus efectos, impactos y en la medida de lo posible evitarlos, pero para ello se deben identificar los riesgos más críticos y evaluarlos (Satish Kumar, 2019).

Normalmente los proyectos de construcción se encuentran influenciados por eventos inesperados, que afectan uno o más objetivos a desarrollar, como son el tiempo, costo y calidad. Esa incertidumbre de eventos se denomina riesgos, los cuales comúnmente son complejos y diversos. (Jaber, 2019).

El presente documento se organiza en una estructura lógica y progresiva que permite abordar de manera integral el tema de estudio. inicialmente se presenta el propósito general del trabajo, así como una visión general de los temas que se desarrollarán, se abordan los antecedentes y el planteamiento del problema, seguidos del marco teórico y el estado del arte, los cuales brindan el soporte conceptual necesario. También se incluyen la justificación, la premisa, los objetivos y las metas del estudio, que orientan el desarrollo de la investigación. Posteriormente se expone detalladamente la metodología utilizada, estableciendo los métodos y técnicas que sustentan el enfoque del trabajo, así como la aplicación práctica de dicha metodología, centrada en la adaptación del enfoque del Project Management Institute (PMI) para la evaluación de riesgos en obras de infraestructura vial en el Municipio de Othón P. Blanco, donde se analizan los riesgos negativos más comunes, se identifican sus causas e impactos y se estiman los costos derivados de una gestión inadecuada, apoyándose en técnicas de análisis cualitativo, cuantitativo y fuentes confiables.

Finalmente se presentan los resultados obtenidos a partir del tratamiento de los datos, proporcionando una interpretación crítica de los mismos así como como las conclusiones y recomendaciones producto de la investigación, donde se sintetizan los principales resultados y se proponen acciones concretas para minimizar los riesgos.

CAPITULO I. FUNDAMENTOS

1.1. Antecedentes del problema

EL PMI(2021) afirma que dentro de la concepción de cualquier tipo de proyecto existen cinco etapas que son clave para su desarrollo, estas son a) el inicio, b) planificación, c) ejecución, d) supervisión y e) cierre, las cuales se encuentran influenciadas por factores positivos o negativos (oportunidades o amenazas) que se denominan riesgos.

Tal como se muestra en la Figura 1, para el análisis de riesgos en infraestructura se deben tomar en consideración aspectos de espacio, tiempo, características cualitativas y datos cuantificables quedando configurado un riesgo como un factor relevante que se ve influenciado por múltiples variables (Banco Interamericano de Desarrollo (2022)

El Project Management Institute (PMI) menciona que todos los proyectos poseen riesgos ya que existe cierto grado de incertidumbre en cada etapa del mismo (Project Management Institute, 2021, pág. 122).



Figura 1. Riesgos, etapas de un proyecto y factores que influyen

Fuente: Elaboración propia a partir de PMI (2021), BID (2022)

Por otra parte, Satish Kumar (2019), afirma que los riesgos que tienen mayor impacto en un proyecto se relacionan con los cambios en la construcción, falta de definición, o una mala documentación del proyecto.

Adicionalmente, este autor encontró en la literatura que los riesgos relacionados con proyectos de construcción que involucran a las entidades de gobierno vienen ligados a problemas de contratación, usualmente por poca experiencia de quién se contrata, lo cual se ve reflejado en los costos, tiempo y calidad de los proyectos.

Hay que resaltar que uno de los modelos de alianza más aplicados para la construcción de Infraestructura es el modelo de Alianza Pública-Privada (APP) tal como Chacón Vega (2018) afirma, este modelo de alianza ha evolucionado de un modelo de financiamiento a un modelo de administración, ya que posee ventajas al involucrar recursos del sector privado, reduciendo la deuda pública, por lo que en la actualidad es la mejor forma de transferir los riesgos del sector público al privado. Sin embargo, la distribución de riesgos entre las partes(pública-privada) es la que da origen al éxito de los proyectos a nivel local, por lo cual es fundamental enfocar la atención en ello.

Jaber (2019) dice que los pasos para la correcta gestion de riesgos se compone de 4 etapas principales que tienen dependencias directas entre si tal como se relacionan a continuación (ver figura 2):

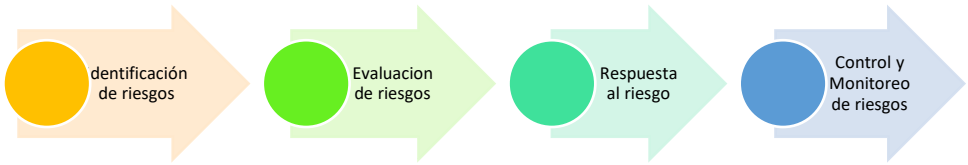


Figura 2 Etapas para una correcta gestión de riesgos

Fuente: Elaborado a partir de Jaber (2019)

Con base al análisis de investigaciones realizadas, se puede notar que existe diversidad de metodologías para la evaluación y gestión de riesgos en obras de infraestructura, sin embargo, las técnicas a aplicar pueden variar según el entorno, proyecto o la perspectiva del autor. Es por ello que para el desarrollo del presente trabajo se propone partir de la guía de proyectos del Project Management Institute, ya que es una base metodológica muy completa (con respecto a sus técnicas) y de las más aceptadas internacionalmente, para proyectos en diferentes ámbitos y sectores productivos.

Con relación a la gestión de riesgos Chacón Vega (2018) dice, que en Costa Rica y alrededor del mundo el proceso de distribución de riesgos ha sido mal ejecutado, y sobre todo en esquemas de Asociación Publica Privada (APP), ya que no se ha logrado cubrir todos los factores que dan origen a los riesgos, lo que ha traído consigo impactos negativos en los proyectos concesionados.

Crisóstomo A. et al. (2021) afirman, que para el caso de obras de infraestructura los retrasos en los plazos, el incremento de costos y una mala calidad de las obras es un factor común.

Diversos estudios realizados para mitigar efectivamente los riesgos concluyen que lo ideal es tener un plan de mitigación de riesgos, el cual debe ser desarrollado e implementado antes de que los trabajadores se expongan a los riesgos. (Karakhan & Gambatese, 2018)

En México de acuerdo con el Instituto Mexicano de Competitividad (2018), la industria de la construcción es la cuarta actividad económica que produce más valor agregado al país, así como el tercer sector económico que más empleos produce, sin embargo, el gasto para obras de proyectos de infraestructura se ejerce de forma ineficiente por lo que no se tienen las obras en los tiempos y costos proyectados, esto se resume de acuerdo al Instituto Mexicano de Competitividad (IMCO) en tres situaciones que comúnmente suceden:

1. modificaciones al proyecto;
2. incrementos en el monto de inversión y;
3. prorrogas en plazos de contratación, ejecución o puestas en operación.

En el estado de Quintana Roo para el ejercicio fiscal 2020 se destinaron recursos para 58 obras públicas de infraestructura por un importe total de 434,451.1 miles de pesos, de conformidad con la normativa aplicable. (Grupo Funcional Desarrollo Social/Gasto Federalizado, 2022)

De acuerdo con la Auditoría Superior de la Federación al 31 de diciembre del 2020, el Gobierno del estado de Quintana Roo comprometió el 99.8% y pagó el 81.8% de los recursos disponibles, en tanto que al 31 de marzo de 2021 pagó el 99.5% de los recursos disponibles a esa fecha.

En cuanto al ejercicio de los recursos, el Gobierno del estado de Quintana Roo incurrió en inobservancias de la normativa, principalmente de la Ley de Disciplina Financiera de las Entidades Federativas y los Municipios, de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas para el Estado de Quintana Roo y de la Ley de Coordinación Fiscal del Estado de Quintana Roo, ya que se observó el reintegro extemporáneo de los recursos del fondo que no se pagaron al 31 de marzo de 2021 a la Tesorería de la Federación, mientras que en cuatro obras no se amortizaron oportunamente los anticipos otorgados y tres obras comenzaron a operar de manera posterior a la verificación física realizada.

En cuanto a los objetivos del fondo, se cumplieron de forma razonable, ya que el Gobierno del estado de Quintana Roo destinó el 97.3% de los recursos a inversión en infraestructura.

Por otra parte, en el municipio de Othón P. Blanco la Auditoría Superior de la Federación (2022) realizó la verificación física a una muestra de 76 obras públicas donde se ejercieron recursos para el ejercicio fiscal

2020 por un importe de 115,414.7 miles de pesos, que representan el 70.1% del total de recursos por 164,666.5 miles de pesos que se ejercieron por concepto de infraestructura, de las cuales se comprobó que el Municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo, ejecutó 75 obras conforme a los plazos y especificaciones contratadas, que las cantidades y volúmenes verificados corresponden a los presentados en las estimaciones pagadas y que las obras se encuentran concluidas y en operación; asimismo, se verificó que los contratistas amortizaron la totalidad de los anticipos otorgados; la Auditoría Superior de la Federación dice que no se realizaron obras bajo la modalidad de administración directa con los recursos mencionados, para el ejercicio fiscal 2020.

Según la Auditoría Superior de la Federación al 31 de diciembre de 2020, el Municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo, comprometió el 96.8% y pagó el 28.1% de los recursos disponibles, en tanto que al 31 de marzo de 2021 pagó el 94.2% de los recursos disponibles a esa fecha. En cuanto al ejercicio de los recursos en mención, el Municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo, incurrió en inobservancias de la normativa, principalmente de la Ley de Coordinación Fiscal, de la Ley General de Contabilidad Gubernamental y de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas para el Estado de Quintana Roo, ya que se observó el pago de una obra que fue suspendida por lo que no se encuentra concluida y en consecuencia no opera ni brinda los beneficios programados a la población objetivo del fondo, lo que generó un probable daño a la Hacienda Pública Federal por un monto de 1,032.1 miles de pesos, que representa el 0.8% de la muestra auditada

En cuanto a los recursos estos se destinaron de la manera siguiente el 0.2% de los recursos al rubro de agua potable, el 7.3% a electrificación rural y de colonias pobres, el 3.9% a infraestructura básica del sector educativo, el 19.6% a mejoramiento de vivienda, el 60.0% a urbanización, el 1.4% a gastos indirectos y el 1.8% a desarrollo institucional.

1.2. Planteamiento del problema

Actualmente la industria de la construcción en comparación con otras se ve constantemente amenazada por riesgos, por lo que estos necesitan identificarse, medirse y ser controlados lo más rápido posible antes de generar sobre costos, atrasos, o una mala calidad en las obras (Bayraktar, 2020).

Por consiguiente, tenemos que una eficiente planeación y control de obra, así como la identificación y atención de riesgos, es lo que permite que un proyecto cumpla sus objetivos, (Plebankiewicz, Zima, & Wieczorek 2021) ya que la ausencia de éstos puede producir incumplimiento de plazos, población insatisfecha, entre otros efectos, que terminan afectando a la calidad del servicio o el prestigio del promotor. (Castro Carrera, Castro Merino, Osorio López, & Merizalde Aguirre, 2021). Sin embargo, hay que resaltar que el incumplimiento de los objetivos en los proyectos de construcción se ve afectado por sucesos negativos a los cuales denominamos riesgos (Project Management Institute, 2021).

Por otra parte, hay que destacar que cada proyecto es único e irrepetible, por lo cual es concebible enfrentar riesgos imprevistos; un riesgo puede surgir por una razón y puede tener muchos impactos. Es de ahí que, en ocasiones para poder concluir un proyecto con el plan de gastos previsto en el tiempo ya fijado, se deben realizar cambios y modificaciones en la ejecución del proyecto, para ello lo recomendable es identificar todos los riesgos y evitarlos antes de que sucedan con ayuda de un proceso de evaluación y la implementación de planes de gestión de riesgos (Adeleke et al., 2019; Bayraktar, 2020).

Osei-Kyei, Narbaev, & Ampratwum (2022) dicen, que el proceso de evaluación de riesgos en la construcción consiste en la aplicación de políticas y procedimientos para poder determinar el grado de exposición al riesgo que los proyectos de construcción pueden presentar, y con base a ello tomar las medidas apropiadas para reducir el impacto de los riesgos en los proyectos de construcción. Por tal motivo, es necesario considerar la identificación, clasificación y distribución de riesgos como la base de una buena administración de proyectos, y es justamente aquí donde surge la gestión de riesgos como base fundamental de la administración (Chacón Vega, 2018).

Para el caso de estudio en el municipio de Othón P. Blanco la gestión de riesgos en la construcción de obras de infraestructura es un tema poco aplicado; de acuerdo con recomendaciones y resultados de auditorías de cumplimiento de inversiones en infraestructura los riesgos más comunes que se han presentado son los de planeación, financiamiento, sociales, operacionales, de ejecución y resalta la inexistencia de metodología especifica que permita identificar, evaluar y priorizar estrategias de mitigación y gestión de los riesgos, lo que generalmente se ve reflejado en impactos como son el incremento de costos, atrasos de entrega en las

obras de infraestructura y externalidades negativas con un impacto social y económico negativo (Auditoria Superior del Estado de Quintana Roo, 2023).

De acuerdo con la cuenta pública del municipio de Othón P. Blanco, el monto de inversión pública en bienes de dominio público ejercido en 2018 fue de 124 millones 591 mil pesos, la cual en su mayoría fue aplicada en infraestructura. Hay que destacar que este dato permite ver que la inversión municipal con respecto a infraestructura es alta, por lo cual la presencia de riesgos también lo es consigo.

Por otra parte, según periódicos del municipio de Othón P. Blanco revelaron que alrededor de 32 millones de pesos serán licitados y ejercidos para invertir en iluminación en el municipio de Othón P. Blanco, lo cual supone muchas variables y aspectos a tomar en consideración para efectos de análisis de riesgos.

Datos del Ayuntamiento de OPB, registraron para el año 2022 una inversión aproximada de 17 millones de pesos en la pavimentación de 30 mil 998 metros cuadrados de vialidades en la capital del estado, los cuales provienen del Fondo de Infraestructura Social Municipal (FISM) 2022.

De ahí que lo que se pretende con la presente investigación es conocer cómo se pueden minimizar los riesgos negativos, así como determinar las causas, costos e impactos de estos en las obras de infraestructura vial del municipio de Othón P. Blanco.

Finalmente se concluye que el problema que enfrenta el municipio de Othón P. Blanco radica en la ausencia de un estudio, marco normativo o metodología específica que sirva como base para que la administración pública gestione adecuadamente los riesgos en la ejecución de obras de infraestructura vial. Esta carencia impide que los riesgos potenciales sean identificados, evitados o mitigados desde las etapas iniciales de planeación, y que se cuente con planes de acción efectivos en caso de que dichos riesgos se materialicen en cualquier fase del ciclo de vida del proyecto.

Delimitación del estudio

Por lo difuso y amplio que puede llegar a ser el tema de evaluación de riesgos, así como por su aplicación según el lugar, a continuación, se tuvo que definir aspectos que acotan la intervención del proceso de investigación.

Delimitación espacial

El contexto donde se van a realizar el proceso de investigación (que consiste en identificar y evaluar los riesgos de las obras de infraestructura vial) es en el municipio de Othón P. Blanco, ya que no hay instrumento alguno, metodología o estudio previo relacionado con la identificación, evaluación o gestión de riesgos en obras de infraestructura, así como por la facilidad, cercanía y disponibilidad de información en donde se realiza el posgrado. Aunado a lo anterior el enfoque de la presente investigación es desde la perspectiva del servicio público, ya que por el modelo de asociatividad y control de este tipo de proyectos en Othón P. Blanco la información y documentación la concentra el personal del sector público.

Delimitación temporal

Por el corto tiempo que se tiene para el desarrollo del proceso de investigación se planea evaluar los riesgos de las últimas obras de infraestructura ejecutadas por el municipio de Othón P. Blanco, considerando que el tipo de infraestructura en la que ha existido mayor inversión es la vial y de obras de urbanización. Por lo expuesto anteriormente, serán proyectos de tipo vial las que se analizarán bajo el enfoque del PMI, desarrollados en el periodo 2021 a 2023.

Delimitación metodológica

Toda vez que la metodología del PMI se requiere adaptar al contexto del municipio de Othón P. Blanco como un caso de estudio, se van considerar de la metodología del PMI los procesos de a)identificación de riesgos, b)análisis cualitativo, c)análisis cuantitativo y d)Interpretación de resultados toda vez que la metodología va en función de gestionar los riesgos de un proyecto durante su desarrollo o ejecución y la presente investigación lo que busca es generar o recopilar conocimiento de proyectos ya ejecutados para la formulación de acciones o planes de gestión de riesgos que puedan tener aplicación en proyectos futuros y al mismo tiempo proporcionar una metodología adaptada al lugar.

1.3. Marco teórico

Administración de proyectos según PMI

Un proyecto rara vez funciona exactamente como se planeó inicialmente. Los proyectos están influenciados por factores internos y externos (nuevos requisitos, problemas, influencias de los interesados, entre otros factores) que existen en un sistema de interacciones. Algunos elementos dentro de un proyecto pueden fallar o estar por debajo de las expectativas, lo que requiere que el equipo del proyecto se reagrupe, reconsidere y replantee. En un proyecto de infraestructura, por ejemplo, una decisión legal durante la ejecución del proyecto podría cambiar los diseños y planes.

La opinión de que los proyectos deben mantenerse firmes en los planes y compromisos asumidos durante las primeras etapas, incluso después de que surjan factores nuevos o imprevistos, no es beneficiosa para los interesados, incluidos los clientes y los usuarios finales, ya que limita el potencial de generar valor. Sin embargo, la adaptación debería hacerse con una visión holística, tal como un proceso de control de cambios adecuado, para evitar problemas tales como la corrupción o deslizamiento del alcance. En el entorno de un proyecto, las capacidades que apoyan la adaptabilidad y la resiliencia incluyen:

- Bucles cortos de retroalimentación para adaptar rápidamente;
- Aprendizaje y mejora continuos;
- Equipos del proyecto con amplios conjuntos de habilidades, junto con personas que tengan amplios conocimientos en cada área de habilidades requerida;
- Inspección periódica y adaptación del trabajo del proyecto para identificar oportunidades de mejora;
- Equipos del proyecto diversos para capturar una amplia gama de experiencias;
- Planificación abierta y transparente que involucre a los interesados internos y externos;
- Prototipos y experimentos a pequeña escala para ensayar ideas y probar nuevos enfoques;
- Capacidad para aprovechar nuevas formas de pensamiento y trabajo;
- Diseño del proceso que busca un balance entre la velocidad de trabajo y la estabilidad de los requisitos;
- Conversaciones organizacionales abiertas;
- Equipos del proyecto diversificados con amplios conjuntos de habilidades, culturas y experiencia, junto con expertos en la materia en cada área de habilidades requerida;

- Comprensión a partir del aprendizaje pasado de los mismos o similares esfuerzos; Capacidad y disposición para anticipar múltiples escenarios potenciales y prepararse para múltiples eventualidades;
- Aplazamiento de la toma de decisiones hasta el último momento responsable;
- Apoyo a la gestión; y
- Diseño abierto que equilibra la velocidad y la estabilidad.

Ciclo de vida del proyecto

El ciclo de vida del proyecto tal como lo sugiere el PMI (2021) consiste en una serie de fases que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su conclusión.

Definición de riesgo

Un riesgo es un evento o condición incierta que, si se produce, tiene un efecto positivo o negativo en uno o más de los objetivos de un proyecto. Los riesgos identificados pueden o no materializarse en un proyecto. Los equipos del proyecto se esfuerzan por identificar y evaluar los riesgos conocidos y emergentes, tanto internos como externos al proyecto, a lo largo del ciclo de vida. (Project Management Institute, 2021)

Tipos de riesgos

Por su naturaleza de acuerdo al Project Management Institute (2021) se dividen en riesgos internos y externos; por su impacto en los proyectos se clasifican en riesgos positivos(oportunidades) o negativos(amenazas).

Oportunidades

Las oportunidades son eventos o condiciones que, si se producen, tienen impactos positivos sobre uno o más de los objetivos de un proyecto. Un ejemplo de una oportunidad podría ser un subcontratista basado en tiempo y materiales que finaliza el trabajo temprano, lo que resulta en menores costos y ahorros en el cronograma.

Se pueden considerar cinco estrategias alternativas para hacer frente a las oportunidades, de la siguiente manera:

- Explotar. Estrategia de respuesta según la cual el equipo de proyecto actúa para garantizar la ocurrencia de una oportunidad.

- Escalar. Como en el caso de las amenazas, esta estrategia de respuesta a las oportunidades es utilizada cuando el equipo de proyecto o el patrocinador del proyecto están de acuerdo en que una oportunidad se encuentra fuera del alcance del proyecto que la respuesta propuesta excedería la autoridad del director del proyecto.
- Compartir. Compartir oportunidades implica asignar la responsabilidad de una oportunidad a un tercero que está en las mejores condiciones para capturar el beneficio de esa oportunidad.
- Mejorar. En la mejora de la oportunidad, el equipo de proyecto actúa para incrementar la probabilidad de ocurrencia o impacto de una oportunidad. Las acciones de mejoramiento tempranas son a menudo más efectivas que tratar de mejorar el beneficio después de que se ha producido la oportunidad.
- Aceptar. Como con las amenazas, la aceptación de una oportunidad reconoce su existencia, pero no se planifican medidas proactivas.

Una vez que se ha desarrollado un conjunto de respuestas al riesgo, el mismo debe revisarse para ver si las respuestas planificadas han agregado riesgos secundarios. La revisión también debería evaluar el riesgo residual que permanecerá una vez que se hayan llevado a cabo las acciones de respuesta. La planificación de la respuesta debe repetirse hasta que el riesgo residual sea compatible con el apetito al riesgo de la organización.

Amenazas

Una amenaza es un evento o condición que, si se produce, tiene un impacto negativo en uno o más de los objetivos. Se pueden considerar cinco estrategias alternativas para hacer frente a las amenazas, de la siguiente manera:

- Evitar. Evitar la amenaza es cuando el equipo de proyecto actúa para eliminar la amenaza o proteger al proyecto de su impacto.
- Escalar. El escalamiento es apropiado cuando el equipo de proyecto o el patrocinador del proyecto está de acuerdo en que una amenaza se encuentra fuera del alcance del proyecto o que la respuesta propuesta excedería la autoridad del director del proyecto.
- Transferir. La transferencia implica el cambio de titularidad de una amenaza a un tercero para que maneje el riesgo y para que soporte el impacto si se produce la amenaza.
- Mitigar. En la mitigación de amenazas se toman medidas para reducir la probabilidad de ocurrencia y/o el impacto de una amenaza. Las acciones de mitigación tempranas son a menudo más efectivas que tratar de reparar el daño después de que se ha producido la amenaza.

- Aceptar**.** La aceptación de amenazas reconoce la existencia de una amenaza, pero no se planifican medidas proactivas. La aceptación activa de un riesgo puede incluir el desarrollo de un plan de contingencia que se activaría si se produjera el evento; o puede incluir la aceptación pasiva, lo que significa no hacer nada.

Una respuesta a una amenaza específica podría incluir múltiples estrategias. Por ejemplo, si la amenaza no puede evitarse, puede mitigarse hasta un nivel en el que sea viable transferirla o aceptarla.

Apetito al riesgo

El apetito al riesgo describe el grado de incertidumbre que una organización o un individuo están dispuestos a aceptar con miras a una recompensa.

Umbral al riesgo

El umbral de riesgo es la medida de variación aceptable en torno a un objetivo que refleja el apetito al riesgo de la organización y de los interesados. El umbral de riesgo refleja el apetito al riesgo. Por lo tanto, un umbral de riesgo de ± 5 % en torno a un objetivo de costo refleja un apetito al riesgo menor que un umbral de riesgo de ± 10 %.

Riesgo general del proyecto

El riesgo general del proyecto es el efecto de la incertidumbre sobre el proyecto en su conjunto, proveniente de todas las fuentes de incertidumbre. Esto incluye los riesgos individuales y la exposición a las implicancias de la variación en el resultado del proyecto, tanto positivas como negativas. El riesgo general a menudo depende de la complejidad, la ambigüedad y la volatilidad. Las respuestas al riesgo general del proyecto son las mismas que para las amenazas y oportunidades individuales, aunque las respuestas se aplican al proyecto en general en lugar de a un evento específico. Si el riesgo general en el proyecto es demasiado alto, la organización puede optar por cancelar el mismo.

Fundamentos de la Guía PMBOK 7ª Edición

El Estándar para la Dirección de Proyectos identifica los principios de la dirección de proyectos que guían los comportamientos y acciones de los profesionales del proyecto y otros interesados que trabajan o participan en proyectos.

De igual forma proporciona una base para comprender la dirección de proyectos y lograr los resultados previstos. Este estándar se aplica independientemente del sector, ubicación, tamaño o enfoque de la entrega, por ejemplo, predictivo, híbrido o adaptativo.

Gestión de riesgos en el ciclo de vida de un proyecto

El ciclo de vida de la gestión de riesgos descrito en esta sección ilustra un enfoque estructurado para emprender una visión integral del riesgo en los dominios de la empresa, la cartera, el programa y el proyecto. Aunque el camino de gestión de riesgos difiere entre estos dominios y de una organización a otra, un enfoque de ciclo de vida general describe una secuencia de fases lógicas que se pueden iterar e incluye los siguientes procesos:

Plan de gestión de Riesgos

La gestión de riesgos efectiva requiere la creación de un plan de gestión de riesgos. Este plan describe cómo el riesgo procesos de gestión se van a llevar a cabo y cómo encajan con otros procesos. En un nivel más amplio, plan de gestión de riesgos describe las relaciones entre los procesos de gestión de riesgos; cartera general, programa o gestión de proyectos; y los procesos de gestión en el resto de la organización.

La planificación inicial de la gestión de riesgos se lleva a cabo al principio de la planificación general del trabajo, y las actividades correspondientes se integran en el plan general plan de gestión. Es posible que sea necesario adaptar el plan de gestión de riesgos según las necesidades del trabajo y las partes interesadas. aclararse o cambiar.

Los objetivos del proceso Planificar la gestión de riesgos son: desarrollar la estrategia general de gestión de riesgos, decidir cómo se ejecutarán los procesos de gestión de riesgos e integrar la gestión de riesgos con todas las demás actividades. El riesgo El plan de gestión define tanto la frecuencia normal de repetición de los procesos como las puntuales o excepcionales. condiciones bajo las cuales se inician las acciones correspondientes. Las actividades de gestión de riesgos correspondientes son integradas en el plan de gestión de cartera, programa o proyecto.

Identificación de Riesgos

Una vez acordados el alcance y los objetivos de la gestión de riesgos, se inicia el proceso de identificación de riesgos, con cuidado para distinguir los riesgos genuinos de los que no lo son, como preocupaciones y problemas. Es poco probable que todos los riesgos sean identificados al principio. Con el tiempo, el nivel

de exposición al riesgo puede cambiar como resultado de las decisiones y acciones tomadas previamente y de cambios impuestos externamente.

El propósito de la identificación de riesgos es identificar los riesgos en la medida de lo posible. La naturaleza emergente del riesgo requiere el proceso de gestión de riesgos sea iterativo, repitiendo las actividades de identificación de riesgos para encontrar riesgos que no fueron identificados previamente.

Análisis cualitativo de riesgos

El análisis cualitativo de riesgos evalúa la importancia de cada riesgo para categorizar y priorizar los riesgos individuales para mayor atención. También proporciona un mecanismo para evaluar el nivel de riesgo general de la inversión, el programa o el proyecto.

Las técnicas cualitativas se utilizan para obtener una mejor comprensión de los riesgos individuales. Las técnicas cualitativas consideran una gama de características tales como probabilidad de ocurrencia, grado de impacto en los objetivos, manejabilidad, oportunidad de los posibles impactos, relaciones con otros riesgos y causas o efectos comunes (Ahmed A. & Amornsawadwatana S., 2007).

Análisis Cuantitativo de riesgos

El proceso de realizar análisis cuantitativo de riesgos proporciona información sobre el efecto combinado de los riesgos identificados en el resultado deseado. Este proceso tiene en cuenta los efectos probabilísticos o de todo el componente, como la correlación entre riesgos, interdependencia y bucles de retroalimentación. Proporciona una indicación del grado de riesgo general que enfrentan los del portafolio, programa o proyecto.

Este tipo de análisis proporciona una estimación numérica del efecto general del riesgo en los objetivos Los resultados de este análisis se utilizan para evaluar la probabilidad de éxito en el logro de los objetivos y para estimar las reservas para contingencias.

Infraestructura

De acuerdo a la Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Quintana Roo (2018) la infraestructura está conformada por los sistemas y redes de organización y distribución de bienes y servicios en los asentamientos humanos, incluyendo los espacios públicos, los elementos para la movilidad de las personas y las relativas a las telecomunicaciones y radiodifusión.

1.4. Estado del Arte

La gestión de riesgos es un aspecto a considerar dentro de la gestión de proyectos que permite combatir el grado de incertidumbre a la que se somete cualquier tipo de proyecto u obra de construcción, Se han realizado diferentes investigaciones en los últimos años, mismos que se encuentra publicados en revistas con alto factor de impacto.

Abroon Qazi & Irem Dikmen (2019) dicen, que la gestión de riesgos es considerada un proceso vital que contribuye al éxito de un proyecto de construcción complejo, en términos de lograr los objetivos asociados al proyecto. El mapeo de riesgos es una matriz que permite analizar el impacto del riesgo con relación a su probabilidad. En su investigación cuyo objetivo es demostrar la aplicación de matrices y redes en un caso real para la gestión de riesgos ellos redujeron el proceso metodológico a los siguientes pasos:

- Identificar los riesgos y objetivos usando una matriz de datos o juicio de expertos
- Asignar la probabilidad, impacto y escore de cada riesgo identificado
- Calcular el peso de exposición al riesgo en tres zonas de exposición baja, media y alta
- Clasificar cada riesgo y objetivo usando valores de riesgo en zona de exposición
- Determinar la estructura de red para cada riesgo en específico
- Determinar los parámetros de la red de riesgos
- Determinar los valores métricos de los riesgos por cada riesgo en específico y cada objetivo.

Finalmente, Abroon Qazi & colab. (2019) concluyen que en la red de riesgos es importante conceptualizar los riesgos, la vulnerabilidad y resiliencia de redes en una configuración integrada ya que sus atributos se encuentran interrelacionados lo que ofrece explorar riesgos como una oportunidad.

Gupta V. & Thakkar J. (2018) en su investigación presentan la aplicación de una propuesta metodológica de gestión de riesgos para ayudar a las organizaciones en la elección eficiente de respuesta de riesgos cuando existen recursos limitados. Los métodos usados son Group Technique for Order Preference by Similarity to ideal Solutions(GTOPSIS), el Judgmental Risk Analysis Proces (JRAP) y la simulación de Montecarlo. Este estudio lo que pretende es ser una plataforma para el futuro de las investigaciones relacionadas con la evaluación de riesgos, partiendo de la selección de riesgos y a partir de ahí plantear estrategias para la industria la construcción. Desde la perspectiva de los autores el método GTOPSIS es un método multicriterio de decisiones, el cual establece la priorización de riesgos cuando hay un número grande de factores de riesgo. Por su parte la metodología JRAP consiste en un análisis de los procesos de riesgos y métodos que involucran numerosos pasos y ecuaciones que ofrecen una variación en cada

actividad. Gupta V. & Thakkar J. (2018) obtuvieron con su investigación que los riesgos quedaron categorizados en los siguientes grupos, construcción y riesgos de subcontratación; financiamiento, política y riesgos económicos, riesgos relacionados con el diseño y sesión de riesgos.

Ahmed Z. (2019) en su investigación tuvo como objetivo Identificar y evaluar los riesgos de proyectos de construcción en Irak, usando los métodos SWARA y COPRAS, como resultado obtuvieron que los riesgos más comunes existen en el proceso de planeación, ya que no es el correcto o existe inexactitud en los datos preliminares del proyecto, contratistas no calificados, inesperada naturaleza del suelo y retraso en la ejecución debido la falta de capital por parte del contratista. Adicionalmente concluyeron que el método SWARA es útil para ponderar y asignar valores a los riesgos y el método COPRAS se permite determinar el grado de prioridad de los riesgos.

Una de las investigaciones realizada por Bayraktar O. (2020) con el objetivo de Introducir el sistema de gestión de riesgos como concepto y clasificar el riesgo en proyectos de construcción obtuvo como resultado que cada proyecto es único e irrepetible por lo cual es concebible enfrentar riesgos imprevistos; de acuerdo al autor un riesgo puede surgir por una razón y puede tener muchos impactos cuando acontece. El autor concluye que, para poder terminar un proyecto con el plan de gastos previsto en el tiempo ya fijado, es muy probable que surjan cambios y modificaciones en la ejecución del proyecto, por lo que recomienda identificar todos los riesgos y evitarlos antes de que sucedan con ayuda de la gestión de riesgos por lo cual se deben hacer planes de acción

Satish Kumar et. al(2019) en su investigación buscaban Identificar los riesgos variables y agruparlos, así como los factores que influyen en la construcción de proyectos a nivel internacional, como parte de este estudio el autor encontró que los riesgos relacionados con proyectos de construcción que vinculan al gobierno vienen ligados a problemas de contratación que usualmente consisten en poca experiencia de quién se contrata, lo cual se ve reflejado en un impacto sobre los costos, tiempo y calidad, en ese tenor ellos desarrollaron la siguiente metodología:

Paso 1. Consistió en Identificar los riesgos y variables a partir de documentos y entrevistas

Paso 2. Desarrollo de cuestionarios, en esta fase se acudió al apoyo de tres expertos en el tema, quienes posterior a un análisis definieron las variables de riesgos más comunes y con ello se detalló el cuestionario.

Paso 3. Selección de participantes y recolección de datos, aquí se determinó la muestra a partir de una fórmula.

Paso 4. Análisis de datos y variables de riesgo. aquí se aplicó un factor de análisis según el grado de importancia y nivel de varianza.

Paso 5. Validación de resultados.

Como resultados de esta investigación se identificaron 4 factores de riesgo el primero con seis variables, incompetencia de los interesados, mala calidad, pagos fuera de tiempo, políticas inadecuada de seguridad, inexperiencia y control del proyecto; el segundo con cinco variables, mala relación con el gobierno, disputas a nivel local, análisis de competencia, mal análisis de costos y contratos inadecuados con variación del 16%; el tercero con cuatro variables de riesgo que fueron, condición de suciedad, inestabilidad económica, restricción de importación y exportación así como fluctuaciones en los precios; el cuarto con cuatro variables de riesgo, burocracia, gobierno, sistema legal y elementos antisociales. (Satish Kumar, Viswanathan and Kumar Neeraj Jha, 2020)

En la investigación realizada por Nayma et al. (2021) busca introducir los conceptos básicos de la gestión de riesgos, caracterizar los elementos que contiene la gestión de riesgos y las etapas principales de análisis de los riesgos, ya sea cualitativos o cuantitativos. Los autores resumen los procesos básicamente en las siguientes etapas:

a) Etapa del análisis de riesgos. Consiste básicamente en determinar los valores de probabilidad, impacto, frecuencia y certidumbre de información con el uso de las técnicas definidas en el plan de gestión de riesgos

b) Análisis cualitativo de los riesgos. Esta fase incluye la identificación de los riesgos aquí se clasifica cada riesgo de acuerdo con su probabilidad de ocurrencia y con el nivel de impacto sobre los objetivos del proyecto.

c) Análisis cuantitativo de los riesgos. Se realiza después del análisis cualitativo o cuando sea necesario evaluar los riesgos, es básicamente analizar el efecto de los riesgos sobre los objetivos generales del proyecto de manera numérica.

Nayma et al. (2021) concluyen que la gestión de riesgos en proyectos ha aumentado considerablemente en los últimos años, esto impulsado por las tendencias actuales. Diferentes compañías enfocadas a la gestión de riesgos en proyectos han generado modelos más robustos alejando el concepto de riesgo de un tema emocional y migrándolo a modelos matemáticos y estadísticos.

Plebankiewicz, Zima, & Wieczorek (2021) en su investigación buscaron aplicar la lógica difusa para la corrección de costos en la construcción; durante el desarrollo de la investigación los autores enlistaron una

serie de riesgos relevantes y los ponderaron según su impacto en el proyecto, después definieron las causas que pueden dar origen a estos y finalmente se determinaron las variables a tomar en consideración asignándoles un grado de relevancia o atención durante la construcción del proyecto. Al termino le asignaron a cada riesgo una variación por etapa del proyecto. Finalmente, Plebankiewicz, Zima, & Wieczorek (2021) concluyeron que el análisis del tiempo, costo y riesgo asociado con la inversión en la construcción es un proceso extremadamente difícil y complejo tomando en consideración que cada proyecto tiene variaciones en su ejecución, inversión y condiciones. Según los autores a menudo el mejor método consiste en usar la lógica difusa para resolver estos problemas basándose primordialmente en el tiempo y costo ya que es el enfoque más comúnmente aceptado por los expertos.

Abdulhaqq et al.(2022) en su investigación tienen como objetivo revisar los factores de fallas, retrasos y abandonos de proyectos de infraestructura de Nigeria con el fin de proporcionar medidas de mejora para reducir retrasos en los proyectos, factores causantes de fracaso y abandono, los autores afirman que la constante presencia de factores de retrasos, fallas y abandonos en los proyectos de infraestructura de construcción en Nigeria se deben a las deficiencias de los gerentes de proyecto para tener y aplicar las habilidades de gestión de proyectos mismas que son necesarias mientras redirigen los proyectos de construcción, finalmente Abdulhaqq et al.(2022) concluyen que para los proyectos que se quieran completar en tiempo, costo y alcance, los factores de falla del proyecto deben ser considerados en todo el ciclo de vida del proyecto con tiempo suficiente. dedicado a su análisis, y adquiriendo el conocimiento de los factores desencadenantes de falla, retraso y abandono del proyecto. antes de embarcarse en un proyecto de infraestructura.

1.5. Justificación

Social

Los impactos que tendrá la investigación en el ámbito social son los siguientes.

- Ayudará a las empresas a prevenir accidentes o problemas sociales causados por el proyecto.
- Contribuirá a generar a una cultura de la identificación y evaluación de riesgos en las empresas del sector público y privado.
- Se comprometerá en menor medida la calidad de las obras de infraestructura.

Económica

- A partir de la evaluación de riesgos se podrán elaborar planes de acción con la finalidad de reducir las pérdidas o gastos adicionales (reducir sobrecosto o el gasto publico).
- Se podrán prever situaciones de las obras de infraestructura para concluir con tiempos más precisos a los programados, reduciendo costos.
- Se identificarán y evaluarán los riesgos de obras de infraestructura con mayor inversión (infraestructura vial).

Ambiental

Para el tema ambiental esta investigación va a contribuir a:

- Visualizar riesgos con la finalidad de prevenir o reducir el daño ambiental de las obras de infraestructura.
- Pensar en planes de acción en caso de que la obra presente una contingencia ambiental durante su ejecución.
- Va permitir formular estrategias para controlar el consumo de recursos, donde se busca reducir las emisiones y residuos de la construcción.
- Ayudar a prevenir temas como la contaminación acústica, atmosférica y remoción de especies desde la fase de planeación.

Tecnológica

El impacto en este ámbito es significativo ya que va a dar origen a un método de evaluación de riesgos adaptado a las condiciones del entorno del municipio de Othón P. Blanco, que servirá de base para futuras investigaciones.

1.6. Premisa

Los riesgos negativos, sus causas, costos e impactos en las obras de infraestructura vial del Municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo, se pueden determinar y minimizar, a partir de la evaluación de riesgos implementando el modelo de gestión del Project Management Institute.

1.7. Objetivos

Objetivo general.

Evaluar los riesgos negativos, sus causas, costos e impactos en la construcción de obras de infraestructura vial del municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo.

Objetivos particulares

- Adaptar la metodología del Project Management Institute para evaluar los riesgos en obras de infraestructura vial del Municipio de Othón P. Blanco.
- Identificar los riesgos negativos más comunes en la construcción de obras de infraestructura a partir de técnicas de análisis cualitativo.
- Determinar las causas e impactos que los riesgos negativos originan en las obras de infraestructura a partir de fuentes confiables.
- Estimar la relación porcentual de los costos que pueden implicar de no ser gestionados correctamente a partir de metodología existente.

1.8. Metas

El propósito de la investigación consiste en sentar las bases para los proyectos de infraestructura vial del municipio de Othón P. Blanco con relación al análisis de riesgos, su importancia en conocerlos y evidenciar los beneficios que tiene mitigarlos, evitarlos o transmitirlos. Por otra parte, con esta investigación también se busca ver los sucesos que tienen gran relevancia en el costo de los proyectos de infraestructura vial del municipio de Othón P. Blanco, ya que la industria de la construcción se ve interferida por las condiciones del entorno y por consiguiente los factores de riesgos sutilmente serán diferentes a los analizados en otras regiones o partes del mundo.

De igual forma, con esta investigación se podrán conocer una lista completa de factores de riesgos que serían susceptibles de análisis en todos los proyectos de infraestructura para el municipio de Othón P. Blanco.

CAPÍTULO 2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Metodología

Adaptar la metodología del Project Management Institute para evaluar los riesgos en obras de infraestructura del Municipio de Othón P. Blanco.

El Proceso metodológico a emplear nace de la guía Project Management Body of Knowledge (cuerpo de conocimientos de la gestión de proyectos) tal como se relaciona a continuación (ver figura 3):

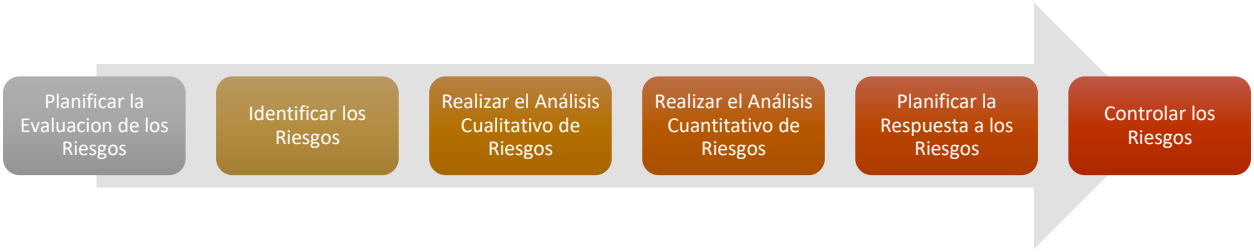


Figura 3 Bosquejo Metodológico elaborado a partir del Project Management Institute

Fuente: Elaborado a partir de Project Management Institute (2021)

1. **Planificar la Gestión de los Riesgos:** El proceso de definir cómo realizar las actividades de gestión de riesgos de un proyecto.
2. **Identificar los Riesgos:** El proceso de determinar los riesgos que pueden afectar al proyecto y documentar sus características.
3. **Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos:** El proceso de priorizar riesgos para análisis o acción posterior, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia e impacto de dichos riesgos.
4. **Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos:** El proceso de analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto.
5. **Planificar la Respuesta a los Riesgos:** El proceso de desarrollar opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.
6. **Controlar los Riesgos:** El proceso de implementar los planes de respuesta a los riesgos, dar seguimiento a los riesgos identificados, monitorear los riesgos residuales, identificar nuevos riesgos y evaluar la efectividad del proceso de gestión de los riesgos a través del proyecto.

Hay que resaltar que el proceso metodológico tiene como base la generación de un método de evaluación de riesgos y con esta investigación lo que se pretende es priorizar y evaluar los riesgos, lo cual solo corresponde a una parte del proceso detallado para la gestión de riesgos contenido en la Guía metodológica Project Management Body of Knowledge (PMBOK).

Muchas técnicas son de uso generalizado para apoyar los procesos de gestión de riesgos Hay tres tipos principales de técnicas: plantillas y listas, técnicas de proceso y técnicas cuantitativas. Las plantillas y las listas están diseñadas para reflejar los puntos de referencia internos de la industria y las buenas prácticas, así como las experiencias. Las técnicas de proceso facilitan la gestión del proceso de gestión de riesgos y van desde documentos básicos y hojas de cálculo hasta procesos automatizados. Las técnicas cuantitativas apoyan el aspecto analítico de considerar opciones y consecuencias en términos definitivos.

Planificar el proceso de evaluación de riesgos define la visión que se tendrá durante el tiempo de vida de un proyecto. La adaptación metodológica dependerá en gran medida de los datos existentes y si existe o no un proceso de gestión de riesgos. Para concluir el proceso de evaluación de riesgos se seleccionarán las técnicas que permitan lograr cada uno de los objetivos específicos de la presente investigación.

Identificar los riesgos negativos más comunes en la construcción de obras de infraestructura a partir de técnicas de análisis cualitativo.

El proceso de identificación de los riesgos se realiza con la intención de obtener una lista completa de las incertidumbres conocidas que podrían afectar directa o indirectamente el proyecto. Todas las técnicas de identificación poseen fortalezas y debilidades. Por cuestiones de buenas prácticas se recomienda usar más de una técnica para el proceso de identificación, compensando así deficiencias que pudiera tener una técnica con respecto a otra y mejorar la tasa de identificación de riesgos. En el proceso de identificación es probable que una serie de patrones y sesgos relacionados con el comportamiento humano se interponen en el proceso para identificar riesgos poco conocidos. Las técnicas de identificación por lo regular son más útiles para conocer amenazas que oportunidades. Un factor clave es equilibrar las técnicas utilizadas para determinar con precisión las amenazas y oportunidades.

Técnicas a emplear en la identificación de riesgos

a) Recopilación de la información

La recopilación de información se refiere al proceso de recolección sistemática de datos relevantes, utilizando diversas técnicas como observación, entrevistas o encuestas, con el propósito de responder preguntas específicas o tomar decisiones fundamentadas (Córdova Pacheco & Flores Proaño, 2019).

b) Elaboración de estructura de desglose de riesgo

La estructura de desglose del riesgo (RBS por sus siglas en inglés) consiste en la aplicación de un marco de posibles fuentes de riesgos. Las organizaciones pueden desarrollar RBS genéricas o específicas, que pueden ayudar a identificar riesgos concretos en relación con una categoría especifica y ofrecer una base para la aplicación de otras técnicas, como por ejemplo una lluvia de ideas.

Una RBS puede garantizar cubrir todos los tipos de riesgos, así como puntos ciegos u omisiones. A continuación, se muestra un ejemplo de una Estructura de desglose genérica para un proyecto (ver tabla 1).

Tabla 1. Estructura de desglose para proyecto genérico

RBS nivel 0	RBS nivel 1	RBS nivel 2
Todas las fuentes de riesgo del proyecto	1. Riesgo técnico	1.1 Definición del alcance
		1.2 Definición de requisitos
		1.3 Estimaciones, suposiciones y restricciones
		1.4 Procesos técnicos
		1.5 Tecnología
		1.6 Interfaces técnicas
		Etc.
	2. Gestión del riesgo	2.1 Gestión de proyectos
		2.2 Gestión de programas/portafolio
		2.3 Gestión de operaciones
		2.4 Organización
		2.5 Recursos
		2.6 Comunicación
		Etc.
	3. Riesgo comercial	3.1 Términos y condiciones contractuales
		3.2 Contratación interna
		3.3 Proveedores y vendedores
		3.4 Subcontratos
		3.5 Estabilidad cliente/cliente
		3.6 Asociaciones y empresas conjuntas
		Etc.
	4. Riesgo externo	4.1 Legislación
		4.2 Tipos de cambio
		4.3 Sitio/instalaciones
		4.4 Medio ambiente/clima
		4.5 Competencia
		4.6 Normativa
		Etc.

Fuente: Elaborado a partir de Project Management Institute (2021)

c) Revisión de documentación histórica

Los datos históricos de los proyectos, programas y carteras anteriores permiten identificar riesgos comunes y evitan repetir errores. Las fuentes de información por lo regular se encuentra contenida en expedientes técnicos, bitácoras, o datos de auditorías especificas realizadas.

d) Revisión de documentación reciente

Esta técnica implica realizar una revisión basada en una rubrica, la cual incluye planes, supuestos, expedientes anteriores, archivo de proyectos e información adicional como artículos científicos y revistas. La consistencia en el proceso de planeación y los supuestos, así como la calidad de planes pueden ser indicadores de riesgos.

e) Elaboración y aplicación de Listas de verificación (Checklist)

Las listas de verificación para identificar los riesgos se elaboran con base a información histórica y el conocimiento que se ha generado en proyectos anteriores y otras fuentes de información. De acuerdo al PMI e nivel inferior de una estructura de desglose puede ser empleada como una lista de verificación de riesgos en un proyecto concreto.

Determinar las causas e impactos que los riesgos negativos originan en las obras de infraestructura a partir de fuentes confiables.

Esta etapa de realizará con ayuda de la aplicación de técnicas de análisis cualitativo de riesgos, y se buscará contrastar con ayuda de una técnica adicional a la relación de probabilidad e impacto con un método para seleccionar alternativas de solución ideal y solución anti-ideal.

Análisis cualitativo de riesgos

La etapa de Análisis cualitativo de riesgos consiste en priorizar la lista extensa de riesgos que se han identificado en la etapa previa para su posterior evaluación y manejo. Comúnmente las empresas aplican recursos a los riesgos destinados como alto riesgo en función de su prioridad, muchas veces determinado por las condiciones de probabilidad e impacto de los diferentes tipos de riesgos.

Las técnicas de análisis de riesgo cualitativo por lo regular analizan la probabilidad y el impacto, pero también pueden contener variables de priorización adicionales. Se sugiere tener como alternativa una técnica de priorización coherente y bien definida para mantener la lógica en el proceso de evaluación.

Técnicas a emplear en el análisis cualitativo

a) Análisis de Diagramas de causa y efecto

El diagrama de causa y efecto se emplea para evidenciar de manera grafica las causas raíz que dan origen a los riesgos, lo cual permite una comprensión más profunda del origen de estos y ver la probabilidad de problemas.

El contenido del diagrama está organizado en ramificaciones donde las causas pueden tener diferentes fuentes potenciales que estimulan el pensamiento de quien lo interpreta. Esta técnica también se usa para identificar problemas de calidad.

b) Análisis FODA

La matriz de análisis FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) es una técnica que analiza un objeto, situación o proyecto en particular desde cada una de las perspectivas FODA para maximizar la cobertura de riesgos de identificación de riesgos. La técnica de análisis FODA se enfoca en factores Internos (fortalezas y debilidades organizacionales) y externos (oportunidades y amenazas) lo cual posibilita ampliar la cobertura de identificación.

c) Elaboración de Diagramas de influencia

El diagrama de influencia consiste en una representación esquematizada de una situación que muestra los principales factores, puntos de decisión, incertidumbres y resultados, indicando las relaciones (influencias) entre ellos. Cuando se realiza una combinación de esta técnica con el análisis de sensibilidad o la simulación de Monte Carlo, el diagrama de influencia puede ayudar a identificar riesgos para revelar sus orígenes.

d) Integración de la Matriz de probabilidad e impacto

La matriz de probabilidad e impacto permite priorizar los riesgos para un mejor análisis y respuesta. Esta técnica permite distinguir los riesgos que tendrán un impacto pequeño en las actividades comerciales y aquellos que tendrán un impacto mayor.

Por consiguiente, esta técnica permite clasificar los riesgos según su probabilidad de impacto en categorías como muy alta, alta, moderada, baja y muy baja.

e) Análisis de la calidad de los datos de riesgo

Los resultados del análisis de riesgos de acuerdo al PMI son tan buenos como los datos recopilados. Sin embargo, la revisión de la confiabilidad y suficiencia de los datos permite garantizar que el análisis se base en información de alta calidad. Es por ello que los datos que se consideren de menor calidad pueden investigarse más a fondo o excluirse del análisis de riesgos. Se debe ser cuidadoso al excluir datos de mala calidad para evitar un análisis cualitativo con poca solidez.

f) Categorización de los factores de riesgo a través de TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution)

El método TOPSIS es una técnica de toma de decisiones compensatoria que permite ordenar un conjunto limitado de alternativas. Yoon y Hwang (1995) desarrollaron este enfoque basado en la idea de que es preferible que una alternativa se ubique a la menor distancia posible de una solución ideal positiva (ideal) y a la mayor distancia posible de una solución ideal negativa (anti-ideal). La solución ideal se define como un conjunto de valores o puntuaciones óptimas para todos los atributos relevantes del problema, aunque, por lo general, tal solución ideal es inalcanzable o poco realista. Desde esta perspectiva, la racionalidad humana se entiende como la capacidad de aproximarse lo más posible a esa solución ideal y alejarse al máximo de una solución anti-ideal o negativa. (Yoon, K. & Hwang, C., 1995).

TOPSIS introduce un índice denominado Similaridad (o proximidad relativa) en relación con la solución ideal, el cual se obtiene al combinar la cercanía a la solución ideal y la distancia respecto a la solución anti-ideal. La alternativa seleccionada es aquella que se encuentra lo más cerca posible de la máxima similitud con la solución ideal positiva. Este índice puede variar entre 0 y 1: si la alternativa se encuentra más próxima al punto ideal, su valor se acercará a 1, mientras que si está más cerca del punto anti-ideal, su valor será más cercano a 0.

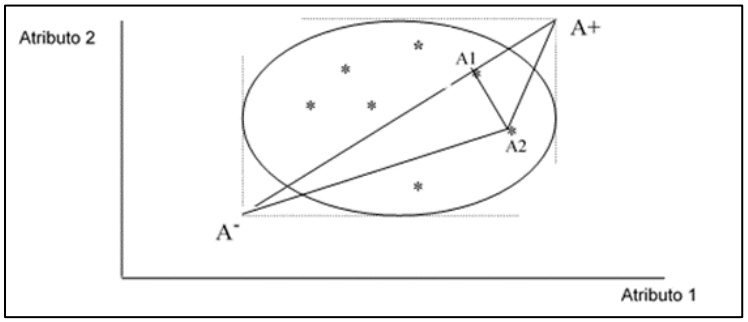


Figura 4 Posiciones de alternativas ideal y Anti-ideal

Fuente: Yoon y Hwang (1995)

En el gráfico presentado por Yoon y Hwang (1995), se muestran las posiciones de dos alternativas, A1 y A2, en relación con la solución ideal de dos atributos de beneficio a maximizar (Atributo 1 y Atributo 2). Las distancias euclidianas al ideal y al anti-ideal indican que, en este espacio bidimensional, A1 está más cerca de la solución ideal positiva (A+) y A2 se encuentra más alejada de la solución anti-ideal (A-). Debido a esta ambigüedad, es necesario calcular el índice de similaridad para ambas alternativas, un valor que busca maximizar la distancia relativa al anti-ideal en comparación con la suma de las distancias tanto al ideal como al anti-ideal.

Dado un conjunto *X* de *m* alternativas de decisión, un conjunto *J* de *n* atributos y una matriz *A* cuyos elementos X_{ij} representan las evaluaciones de cada alternativa en relación con cada atributo, y considerando que todos los criterios se han transformado para ser maximizados, el método TOPSIS primero calcula el valor normalizado de cada alternativa *i* con respecto al criterio *j* mediante la aplicación de una métrica, como se ilustra a continuación:

$$r_{ij} \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}}$$

Se puede utilizar cualquier método de normalización, sin embargo, los más comunes son fracción de la suma, fracción del rango, fracción del módulo, fracción del máximo (Barba Romero y Pomerol, 1997).

Los coeficientes r_{ij} normalizados luego deben ser ponderados por los pesos de los criterios (también normalizados) obteniéndose los valores:

$$vij=wj\times rij$$

Denotando con

$$A+=\{v1+,.....,vn+\}$$

el vector de los $v1+$ mejores valores para el conjunto de criterios (ideal), y con

$$A-=\{v1-,.....,vn-\}$$

el vector de los $v1-$ peores valores alcanzables o no deseables para el mismo conjunto (anti-ideal).

Posteriormente, se calculan las distancias de cada alternativa *i* al ideal S_i^+ y al anti-ideal S_i^- con las expresiones siguientes:

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^+)^2} \qquad S_j^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

Finalmente, el índice de similaridad al ideal se evalúa como el cociente:

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{(S_i^+ + S_i^-)}$$

Es decir que cuanto más elevado es el índice C_i^* más lejos se sitúa la alternativa i con respecto al anti-ideal con relación a las distancias totales a los dos ideales y por tanto más preferida resulta su posición global.

Estimar la relación porcentual de los costos que pueden implicar los riesgos de no ser gestionados correctamente a partir de metodología existente.

Para el desarrollo de esta etapa se emplearán técnicas de análisis cuantitativo, cabe resaltar que en su mayoría son técnicas de simulación, por lo que se traerá su aplicación a una obra vial en el municipio de Othón P. Blanco considerando los factores de riesgo identificados y analizados en la etapa anterior.

Análisis cuantitativo de riesgos

La etapa de análisis cuantitativo se emplea para determinar el riesgo general para los objetivos cuando todos los riesgos poténciales operan de manera simultánea. Las técnicas apropiadas para el análisis de riesgos cuantitativos deben tener características como: representación integral del riesgo, cálculo del impacto general del riesgo, modelos de probabilidad, capacidad de recopilación de datos, presentación eficaz de los resultados del análisis cuantitativo y capacidades de iteración. Las técnicas de análisis de riesgo cuantitativo permiten representar las oportunidades y amenazas de los objetivos de un proyecto.

Técnicas a emplear en el análisis cuantitativo

a) Análisis mediante árbol de decisión

La técnica de análisis de árboles de decisión se usa para conocer las probabilidades parciales o globales de que ocurra un riesgo. Básicamente consiste en un modelo similar a un árbol en el que se calcula su valor monetario esperado según diferentes probabilidades de ocurrencia.

b) Análisis mediante Simulación de Monte Carlo

La simulación de Monte Carlo es una técnica que se emplea para simular la distribución de probabilidad de un riesgo en un objetivo. El método estadístico analiza eventos para determinar el comportamiento regular de un sistema (Nabawy, M., & Khodeir, L. M. 2020).

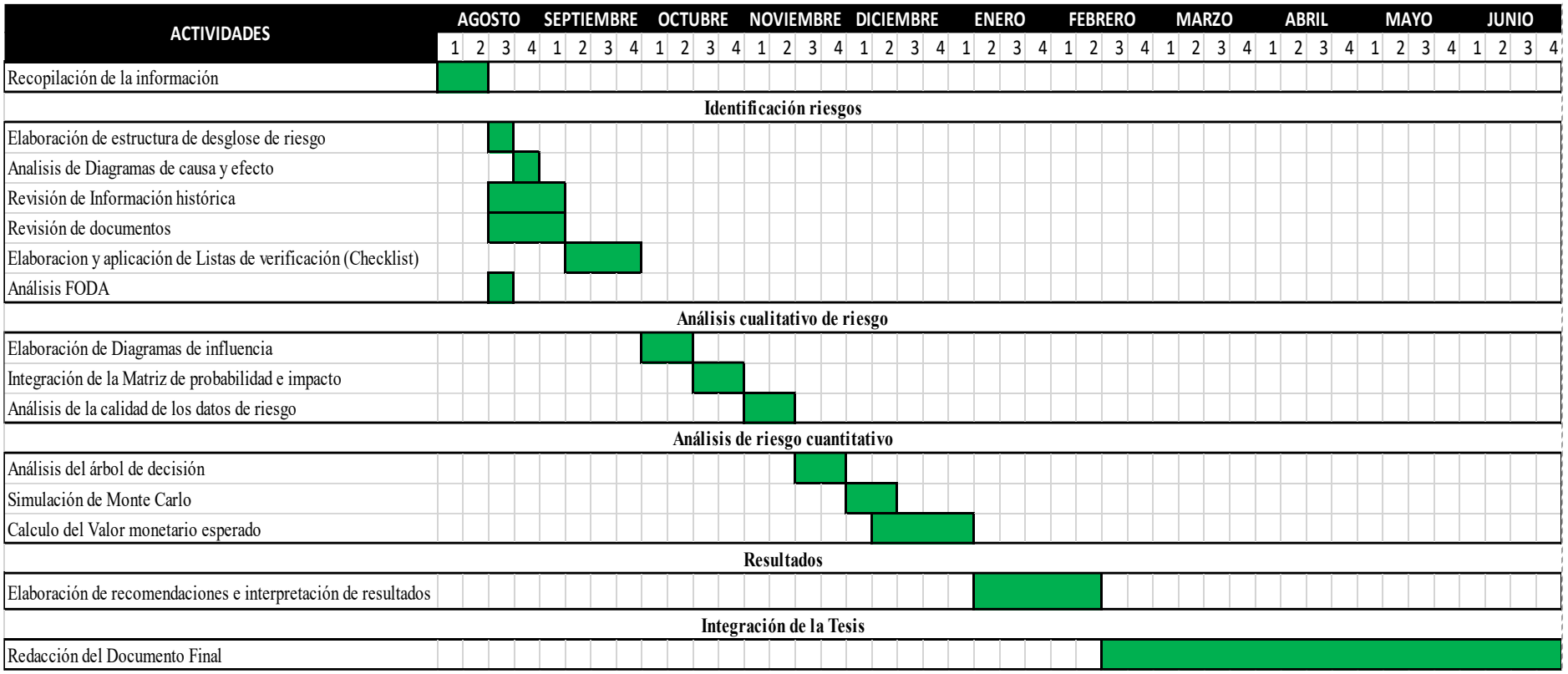
Esa técnica se aplica en situaciones en las que existe incertidumbre en las estimaciones, el propósito es minimizar el nivel de incertidumbre mediante varias simulaciones. En ese tenor, esta técnica se puede emplear en el análisis de riesgos relacionados a un objetivo concreto como tiempo, costo o calidad). La simulación de Monte Carlo no brinda una sola estimación, si no un rango de posibles estimaciones relacionadas con cada situación y un nivel de probabilidad en el que cada estimación sea precisa es decir con cierto grado de confianza.

c) Cálculo del valor monetario esperado

La técnica de valor monetario esperado (VME) se emplea para medir cuantitativamente los riesgos, lo cual ayuda a quien administra un proyecto calcular un valor llamado reserva por contingencia. El VME consiste en calcular un valor, como el promedio ponderado o el costo beneficio esperado cuando existe incertidumbre en los resultados; por lo regular se identifican todas las alternativas posibles de resultados conjuntamente con la estimación de su probabilidad de ocurrencia y sus valores. Calcular VME permite ponderar los posibles resultados individuales con su probabilidad de ocurrir dentro de todo un evento.

Cronograma de actividades

Tabla 2 Actividades programadas para el desarrollo de la investigación



CAPÍTULO 3. TRABAJO DE GABINETE

3.1. Adaptación de la metodología del Project Management Institute para evaluar los riesgos en obras de infraestructura vial del Municipio de Othón P. Blanco.

Debido a los objetivos de la presente investigación y la diversidad de técnicas que posee la guía metodológica del Project Management Institute, la adaptación metodológica quedó definida de la siguiente manera:

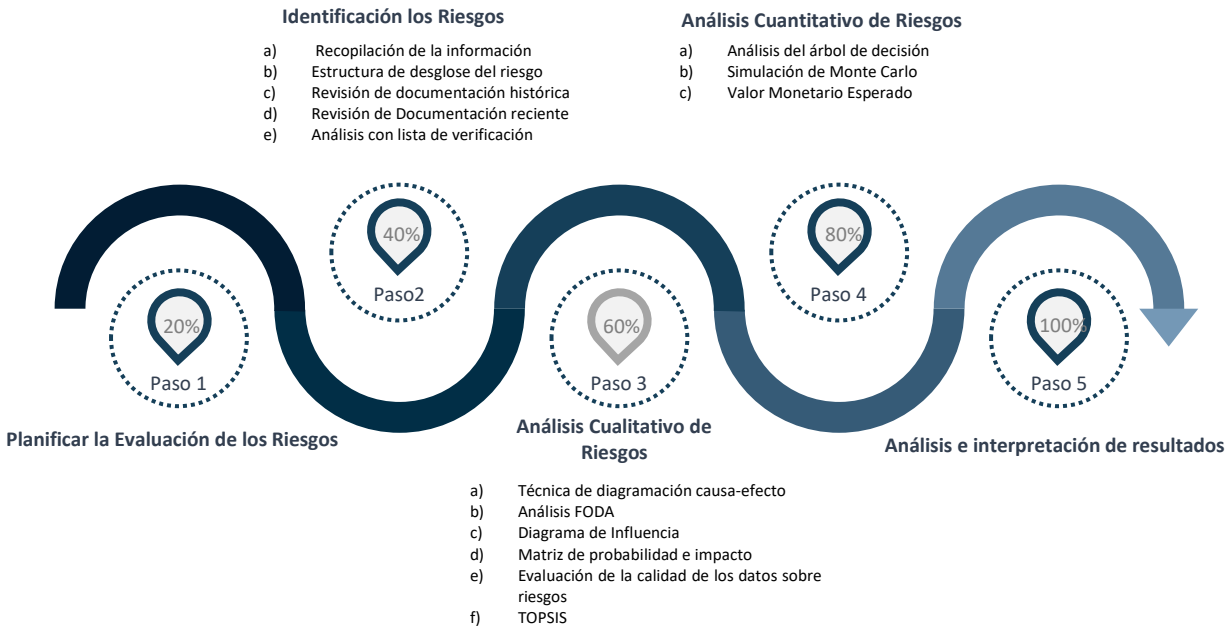


Figura 5 Proceso metodológico para la investigación a desarrollar

Fuente: Elaborado a partir de Project Management Institute (2021)

En la figura 5 se pueden apreciar las diferentes etapas del proceso metodológico a desarrollar, así como las técnicas que conforme a la guía del PMBOK pueden emplearse según el enfoque de la investigación.

Es importante mencionar que en la etapa de análisis cualitativo que busca priorizar los riesgos, debido a que no se tiene un registro actualizado de riesgos y que los datos se obtendrán de la aplicación de encuestas y revisión documental, por tal motivo se introduce el método TOPSIS, toda vez que este permite asignar una valoración de tipo multicriterio a causa del origen de los datos, lo cual es muy apropiado para el caso de estudio (Ceballos, B., 2013). Es importante mencionar que la justificación metodológica y las técnicas a emplear se detallan en el capítulo 2 del presente documento.

3.2. Identificación de los riesgos negativos más comunes en la construcción de obras de infraestructura vial a partir de técnicas de análisis cualitativo.

Para esta fase de identificación de riesgos se tomaron en cuenta aspectos relacionados con el desarrollo del proyecto (insumos operativos) y del entorno (insumos contextuales) donde este se desarrolla similares a los que menciona Yaseen et al., (2020). Resalta el hecho de que los insumos operativos provienen de las actividades del proyecto mismo

Entre estos insumos se encuentran:

- Alcance del proyecto: se conforman por una serie aspectos asociados a las especificaciones y métodos de entrega acordados para el producto o servicio u otros resultados que se espera posea el proyecto al final, esta información se encuentra en el contrato.
- Ciclo de vida del proyecto: considera las etapas por las cuales interviene el proyecto desde su fase de diseño (Narváez Rosero, 2014) hasta su final, para este caso va desde que se licita el proyecto hasta que se entrega la obra.
- Actividades o trabajos: considera una serie de aspectos directamente relacionados a la descomposición del trabajo del proyecto y por su ejecución
- Estimaciones. Las estimaciones se realizan en términos de tiempo y costo. La precisión con la que se presentan las estimaciones es importante y establecen cierta tolerancia al riesgo.
- Secuencia de trabajo: la interdependencia entre actividades y secuencia de estas es una fuente de riesgos ya que se presta vital atención a la ruta crítica y las dependencias externas creadas al compartir recursos.
- Planes de adquisición y otros suministros: subcontratar partes del alcance del proyecto constituye una acción de transferencia de riesgo que al mismo tiempo puede desencadenar nuevos riesgos.
- Modificaciones al proyecto: las modificaciones dentro de un proyecto pueden eliminar ciertos riesgos, pero desencadenar otros.
- Datos históricos: partir de experiencias pasadas es importante para identificar con precisión riesgos sistémicos y automatizar su tratamiento.

Por otra parte, los insumos contextuales resultan de considerar factores del entorno de la empresa y factores estratégicos u organizativos que configuran el entorno del proyecto tales como:

Partes interesadas: aquí se consideran a todas las partes interesadas que pudieran representar una amenaza u oportunidad para el desarrollo del proyecto.(Khattak, J., et al., 2019)

Factores de éxito a nivel de gobernanza: estos factores consideran el nivel de prioridad de un proyecto dentro de una organización que para este caso corresponden al área de obras públicas del municipio de Othón P. Blanco.

Factores ambientales empresariales: factores como la estrategia de la organización, su estructura, la dinámica de su entorno de negocios y las regulaciones pueden tener efecto sobre los objetivos de un proyecto. (Klochko E. et al., 2019)

a) Recopilación de la información

En esta etapa con ayuda de la plataforma nacional de transparencia se logró tener acceso la información de todas las obras de tipo vial ejecutadas en el municipio de Othón P. Blanco comprendidas en el periodo 2021-2023.

La información obtenida incluye información relacionada con 38 proyectos de obra pública de los cuales 19 fueron obras de pavimentación y rehabilitación de calles y avenidas principales, por un total contratado de $32,074,722.66; las 19 obras restantes correspondieron a obras de alumbrado público y construcción de guarniciones y banquetas. La información contiene evidencia documental de los procesos de licitación, contratación, ejecución de obra, evidencias fotográficas durante la ejecución, presupuestos, estimaciones y actas de entrega recepción de obra,

b) Elaboración de estructura de desglose de riesgo

Ya habiendo realizado una identificación preliminar de riesgos se procedió a la integración de la elaboración de la estructura de desglose empleando nombres de factores de riesgo similares los mencionados por Love, P., et al.(2020); Guo, S., et al. (2020): Alves, J., et al. (2021); Naji, KK., et al.(2022); Muhammed, A. et al. (2022) y Alameri, A., et al. (2021). para lo cual se establecieron jerarquías con base en los siguientes aspectos (ver figura 6):

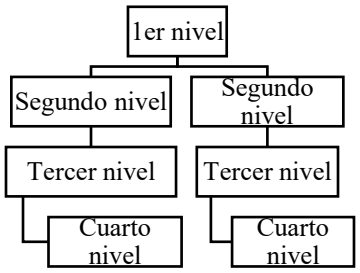


Figura 6 Organización de estructura de desglose

Fuente: Elaborado a partir de Project Management Institute (2021)

- 1er nivel corresponde a la Generalidad
- 2º nivel corresponde a la Tipología
- 3er nivel corresponde al lugar donde se origina el factor de riesgo
- 4º nivel corresponde al Factor de Riesgo

Basándose en lo antes expuesto la estructura de desglose preliminar quedó configurada de la siguiente manera (ver figura 7)

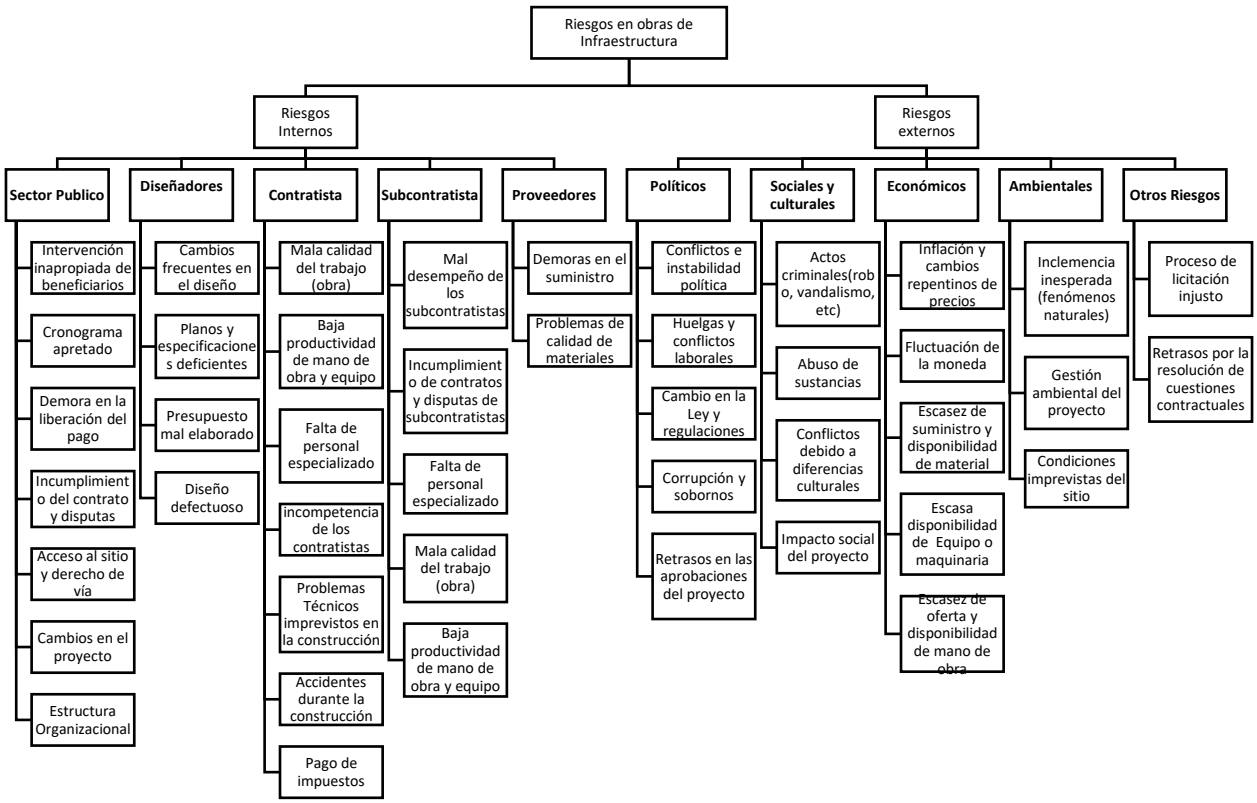


Figura 7 Estructura de desglose preliminar

En esta estructura de desglose preliminar se logra la identificación de 44 posibles factores de riesgos que pudieran incidir en los proyectos de infraestructura vial para el municipio de Othón P. Blanco, donde 25 son internas y 19 externas.

Con ayuda de las además herramientas para la identificación de riesgos (las que siguen a continuación) se amplió la estructura de desglose a un total de 71 factores de riesgo, mismos que se usarán para la implementación del análisis cualitativo de riesgos (ve figura 8).

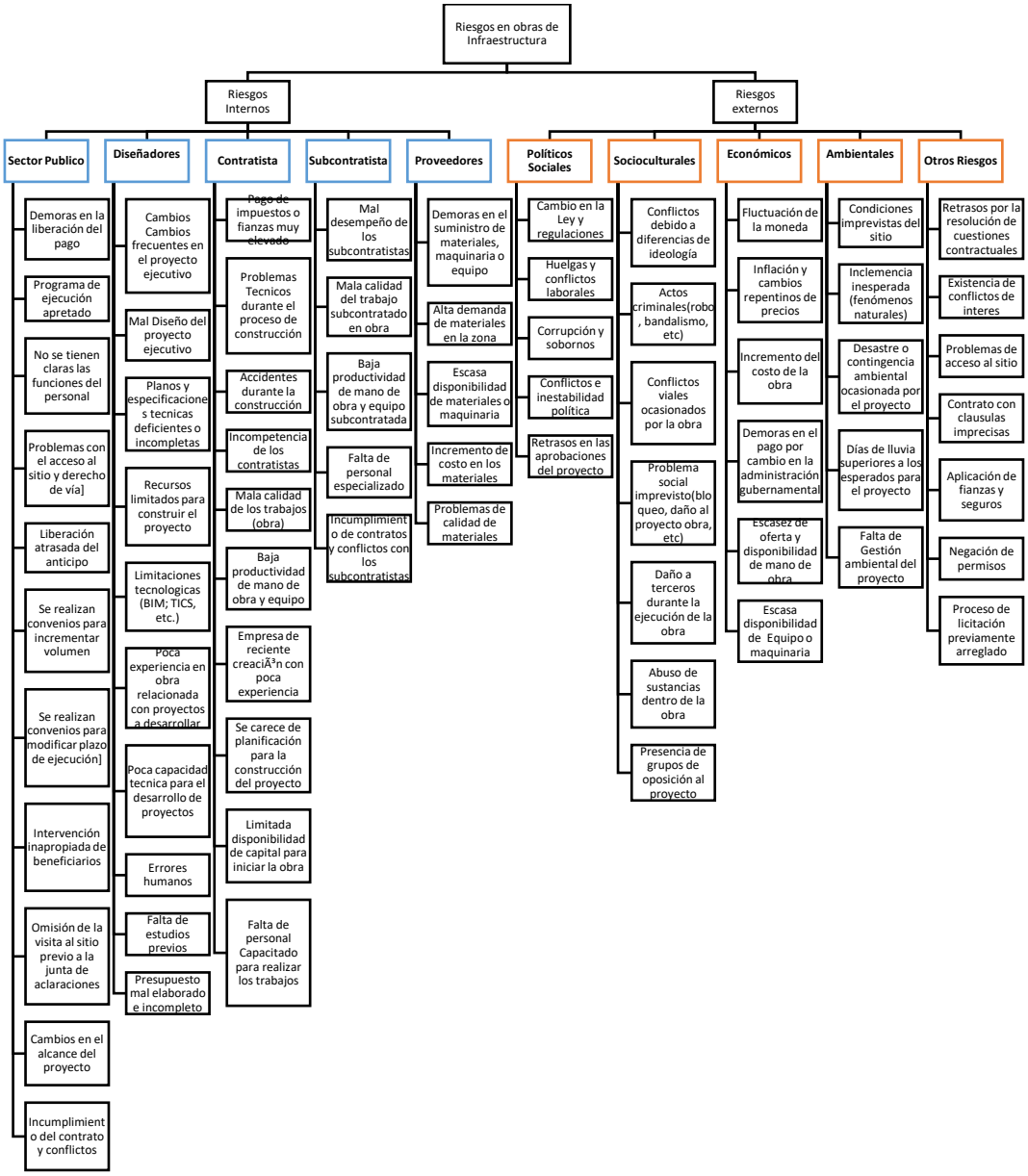


Figura 8 Estructura de desglose final

c) Revisión de documentación histórica

Al realizar esta actividad no se encontró mucho al respecto, debido a que no existe un registro de riesgos históricos como tal dentro de la Dirección de Obras Públicas del municipio de Othón P. Blanco, la única

fuente de información histórica a la que se pudo tener acceso fueron notas periodísticas encontradas en sitios web y redes sociales e informes relacionados con procesos de auditoría, a continuación, se muestra en la tabla 3 un resumen de la información encontrada.

Tabla 3 Resumen de información obtenida de documentación histórica

Referencia	Fortalezas	Elemento central	Observaciones contenidas en el documento	Recomendaciones
Auditoria: ASE/FO/DFOP-023-V.3	La revisión se realizó conforme a las técnicas y procedimientos generalmente aceptados, por lo cual tiene una magnitud adecuada para proyectar los resultados de la revisión y fundamentar la conclusión.	De los $21, 567,962.16 ejercidos por el municipio de Othón P. Blanco durante el ejercicio fiscal 2015, se verificó documental y físicamente una muestra seleccionada, de conformidad con las normas y prácticas de auditoria gubernamental generalmente aceptadas.	Como resultado de la Auditoria realizada se emitieron 11 observaciones, determinando 4 por pagos en excesos, 7 por Documentación Faltante	Mejorar el control físico-financiero de las mismas en el ejercicio de los Recursos propios municipales.
19-AEMOP-B-GOB-077-194	Tiene por objeto fiscalizar que las obras públicas se hayan ejecutado conforme a las disposiciones legales vigentes, así como verificar que los recursos transferidos a las entidades fiscalizables se hayan recibido y aplicado a los fines relacionados con las obras públicas, bienes adquiridos y servicios contratados relacionados con las mismas.	Auditoría de Cumplimiento de Inversiones Físicas realizadas con Recursos Federales del Fondo para la Infraestructura Social Municipal. (2019)	Referencia a documentación faltante, falta de amortización de anticipos, excedentes de pago, documentación irregular, dictámenes de impacto ambiental posteriores a obra.	Instruir a quien corresponda a fin de que se implementen las actividades de control necesarias para que en ejercicios posteriores se cumpla con lo dispuesto en las diversas leyes, decretos, reglamentos y demás disposiciones aplicables en materia de contratación de obra pública y servicios relacionados con las mismas.
Auditoría De Cumplimiento: 2020-D-23004-19-1214-2021	Se tienen establecidos los objetivos y metas estratégicas, así como los parámetros de cumplimiento de las mismas y los mecanismos de evaluación y asignación de responsabilidades para su cumplimiento.	Recursos del Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social Municipal y de las Demarcaciones Territoriales del Distrito Federal (2021)	Se presume un probable daño o perjuicio, o ambos, a la Hacienda Pública Federal por un monto de 1,032,089.60 pesos (un millón treinta y dos mil ochenta y nueve pesos 60/100	Debe orientar y establecer una metodología especifica que le permita identificar, evaluar y priorizar estrategias de mitigación y gestión de los riesgos

				asociados a sus procesos operativos
Auditoría De Cumplimiento: 2021-D-23004-19-1570-2022	Se tienen establecidos los objetivos y metas estratégicas, así como los parámetros de cumplimiento de estas y los mecanismos de evaluación y asignación de responsabilidades para su cumplimiento.	Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social Municipal y de las Demarcaciones Territoriales del Distrito Federal (2022)	-No cuenta con un comité de administración de riesgos debidamente formalizado, ni con una metodología de administración de riesgos que sirva para identificar, evaluar, administrar y controlar los riesgos que pudieran afectar el cumplimiento de los objetivos y metas institucionales. -No existe un lineamiento, procedimiento, manual o guía en el que se establezca la metodología para la administración de riesgos de **corrupción y fraude**.	Debe orientar y establecer una metodología especifica que le permita identificar, evaluar y priorizar estrategias de mitigación y gestión de los riesgos asociados a sus procesos operativos

Algo muy relevante en esta etapa es que una de las recomendaciones encontradas en los documentos revisados es que se sugiere una metodología especifica que le permita identificar, evaluar y priorizar estrategias de mitigación y gestión de los riesgos asociados a procesos operativos, así como problemas con amortizaciones, pago de anticipos e incluso daños por encima de un millón de pesos.

d) Revisión de documentación reciente

El proceso de revisión documental fue uno de los más laboriosos, ya que implicó establecer criterios de evaluación, filtrar y recopilar documentos apropiados y realizar una lectura y revisión detallada para comprender su contenido e identificar elementos cualitativos y cuantitativos que pudieran aportar contenido para el desarrollo de las siguientes etapas del proceso de evaluación. En la figura 9 se ilustran los generales de los proyectos analizados.

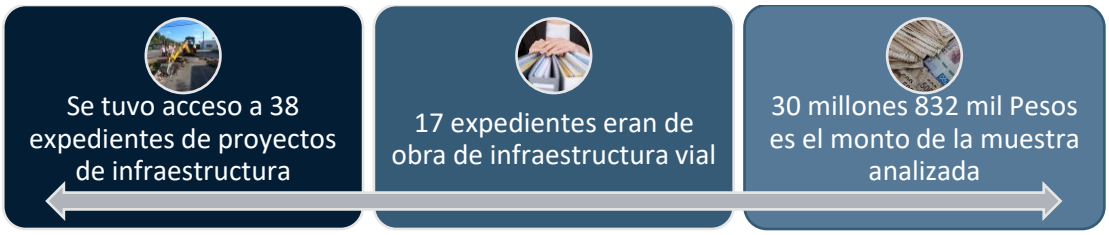


Figura 9 Documentación analizada

Posterior a ello se realizó un análisis detallado en busca de posibles errores, inconsistencias o situaciones no previstas, este proceso se hizo con la totalidad de las obras construyendo una matriz donde se enlistan y detallan cada uno de los siguientes aspectos:

Tabla 4:Información de contiene la matriz realizada para los 38 expedientes de proyectos de infraestructura

Número de procedimiento	Tolerancia para el ajuste de costos	Tolerancia para el ajuste de costos
Nombre de la obra	Retención por ejecución menor a lo programado	Cálculo del incremento en costos
Fecha de apertura de proposiciones	Fianza por vicios	Fecha de inicio contractual
Fecha de fallo	Penalización por ejecutar fuera de tiempo	Fecha de terminación contractual inicial
Observaciones del proceso de licitación	Control de calidad	Duración programada en días
Fecha de firma de contrato	Observaciones	Fecha de inicio real
Fecha de inicio de contrato	Existencia de convenio modificatorio	Fecha de terminación real
Fecha de termino de contrato	Motivo del convenio modificatorio	Duración real en días
Numero de contrato	Fecha de convenio modificatoria	Tiempo transcurrido desde la fecha de contratación a la fecha de conclusión
Monto de anticipo	Presupuesto inicial	Cálculo de excedente en días
Monto total	Presupuesto final ejecutado	

e) Elaboración y aplicación de Listas de verificación (Checklist)

Con ayuda de todas las actividades anteriores se construyó una lista de verificación la cual contiene 71 factores de riesgo

El objetivo de esta lista verificación aplicada a un grupo de expertos en proyectos de infraestructura vial es que a través de su aplicación se puedan medir y categorizar el nivel de probabilidad e impacto de cada factor de riesgo. Con fines prácticos y aprovechando el uso de plataformas en línea, se construyó la lista verificación de manera dinámica en un formulario de sitio web, para posteriormente compartirla y tener un procesamiento de datos más ágil y rápido, pero en generales el contenido de la lista de verificación es el

siguiente:

RIESGOS INTERNOS			FRECUENCIA CON LA QUE OCURREN					IMPACTO ESPERADO					PONDERACI	MARCA CON UNA X SOBRE CUAL(ES) ASPECTO(S) DEL PROYECTO IMPACTA ESTE FACTOR DE RIESGO					¿DESDE TU PERSPECTVIA CUANTO INCIDE EN EL COSTO DEL PROYECTO?		
Marca con una X el factor de riesgo que se presenta con regularidad			Muy baja (1)	Baja (2)	Intermedia (3)	Alta (4)	Muy Alta (5)	Insignificate (1)	Menor (2)	Significativo (3)	Mayor (4)	severo (5)	USO DE QUIEN APLICA LA CEDULA	Costo	Tiempo	Calidad	Alcance		MINIMO	MAS POSIBLE (MEDIO)	MAXIMO
Riesgos dentro del Area de control	1	Demoras en la liberación del pago																			
	2	Cronograma de ejecución apretado																			
	3	No se tienen claras las funciones del personal																			
	4	Problemas con el acceso al sitio y derecho de vía																			
	5	Liberación atrasada del anticipo																			
	6	Se realizan convenios para incrementar volumen																			
	7	Se realizan convenios para modificar plazo de ejecución																			
	8	Intervención inapropiada de beneficiarios																			
	9	Omisión de la visita al sitio previo a la junta de aclaraciones																			
	10	Cambios en el alcance del proyecto																			
	11	Incumplimiento del contrato y conflictos																			
Riesgos en el area de Diseño	12	Cambios frecuentes en el proyecto ejecutivo																			
	13	Mal Diseño del proyecto ejecutivo																			
	14	Planos y especificaciones tecnicas deficientes o incompletas																			
	15	Presupuesto que limita el alcance del proyecto																			
	16	Limitaciones tecnologicas (BIM; TICS, etc.)																			
	17	Poca experiencia en obra relacionada con proyectos a desarrollar																			
	18	Poca capacidad tecnica para el desarrollo de proyectos																			
	19	Errores humanos																			
	20	Falta de estudios previos																			
	21	Presupuesto mal elaborado e incompleto																			
Riesgos en la empresa contratada	22	Pago de impuestos o fianzas muy elevado																			
	23	Problemas Técnicos durante el proceso de construcción																			
	24	Accidentes durante la construcción																			
	25	incompetencia de los contratistas																			
	26	Mala calidad de los trabajos (obra)																			
	27	Baja productividad de mano de obra y equipo																			
	28	Empresa de reciente creación con poca experiencia																			
	29	Se carece de planificación para la construcción del proyecto																			
	30	Limitada disponibilidad de capital para iniciar la obra																			
	31	Falta de personal Capacitado para realizar los trabajos																			
Riesgos asociados a los subcontratistas	32	Mal desempeño de los subcontratistas																			
	33	Mala calidad del trabajo subcontratado en obra																			
	34	Baja productividad de mano de obra y equipo subcontratada																			
	35	Falta de personal especializado																			
	36	Incumplimiento de contratos y conflictos con los subcontratistas																			
Riesgos asociados a los proveedores	37	Demoras en el suministro de materiales, maquinaria o equipo																			
	38	Alta demanda de materiales en la zona																			
	39	Escasa disponibilidad de materiales o maquinaria																			
	40	Incremento de costo en los materiales																			
	41	Problemas de calidad de materiales																			

RIESGOS EXTERNOS			FECUENCIA CON LA QUE OCURREN					IMPACTO ESPERADO					PONDERACI	MARCA CON UNA X SOBRE CUAL(ES) ASPECTO(S) DEL PROYECTO IMPACTA ESTE FACTOR DE RIESGO					¿DESDE TU PERSPECTVIA CUANTO INCIDE EN EL COSTO DEL PROYECTO?		
	Marca con una X el factor de riesgo que se presenta con regularidad		Muy baja	Baja	Intermedia	Alta	Muy Alta	Insignificate	Menor	Significativo	Mayor	severo	USO DE QUIEN APLICA LA CEDULA	Costo	Tiempo	Calidad	Alcance		MINIMO	MAS POSIBLE (MEDIO)	MAXIMO
Riesgos Políticos	42	Cambio en la Ley y regulaciones																			
	43	Huelgas y conflictos laborales																			
	44	Corrupción y sobornos																			
	45	Conflictos e instabilidad política																			
	46	Retrasos en las aprobaciones del proyecto																			
Riesgos Sociales y Culturale	47	Conflictos debido a diferencias																			
	48	Actos criminales(robo, bandalismo, etc)																			
	49	Riesgo de corrupción																			
	50	Conflictos viales ocasionados por la obra																			
	51	Problema social imprevisto(bloqueo, daño al proyecto obra, etc)																			
	52	Daño a terceros durante la ejecución dela obra																			
	53	Abuso de sustancias dentro de la obra																			
	54	Presencia de grupos de oposición al proyecto																			
Riesgos Económicos	55	Fluctuación de la moneda																			
	56	Inflación y cambios repentinos de precios																			
	57	Incremento del costo de la obra																			
	58	Falta de pago por cambio en la administración gubernamental																			
	59	Escasez de oferta y disponibilidad de mano de obra																			
	60	Escasa disponibilidad de Equipo o maquinaria																			
Riesgos Ambientales	61	Condiciones imprevistas del sitio																			
	62	Inclemencia inesperada (fenómenos naturales)																			
	63	Desastre o contingencia ambiental ocasionada por el proyecto																			
	64	Dias de lluvia superiores a los del proyecto																			
	65	Falta de Gestión ambiental del proyecto																			
Otros Riesgos	66	Retrasos por la resolución de cuestiones contractuales																			
	67	Existencia de conflictos de interes																			
	68	Problemas de acceso al sitio																			
	69	Contrato con clausulas imprecisas																			
	70	Aplicación de fianzas y seguros																			
	71	Proceso de licitación previamente arreglado																			

OTROS RIESGOS	FECUENCIA CON LA QUE OCURREN					IMPACTO ESPERADO					PONDERACI	MARCA CON UNA X SOBRE CUAL(ES) ASPECTO(S) DEL PROYECTO IMPACTA ESTE FACTOR DE RIESGO					¿DESDE TU PERSPECTVIA CUANTO INCIDE EN EL COSTO DEL PROYECTO?		
PLASMAR FACTORES DE RIESGO QUE DESDE SU PUNTO DE VISTA PUEDEN AFECTAR NEGATIVAMENTE UN PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA	Muy baja	Baja	Intermedia	Alta	Muy Alta	Insignificate	Menor	Significativo	Mayor	severo	USO DE QUIEN APLICA LA CEDULA	Costo	Tiempo	Calidad	Alcance		MINIMO	MAS POSIBLE (MEDIO)	MAXIMO
1																			

Figura 10 Formato de lista de verificación usada para medir probabilidad e impacto de riesgos

3.3. Determinación de las causas e impactos que los riesgos negativos originan en las obras de infraestructura vial a partir de fuentes confiables.

Análisis cualitativo de riesgos

En esta fase de análisis cualitativo de riesgos se considera la información recopilada en la etapa previa (identificación de riesgos) así como la aplicación de listas de verificación a expertos en proyectos de infraestructura vial en el Municipio de Othón P. Blanco. Durante esta fase se aplicó la lista de verificación a 29 expertos en proyectos de infraestructura vial, los cuales manifiestan tener los años de experiencia que se muestran a continuación (ver figura 11 y12):

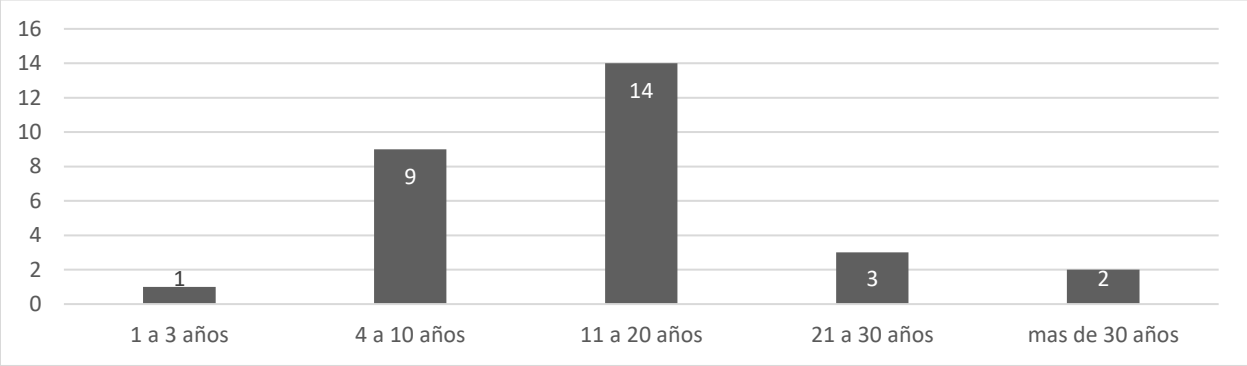


Figura 11 Rango de años de experiencia de los expertos que resolvieron el formulario

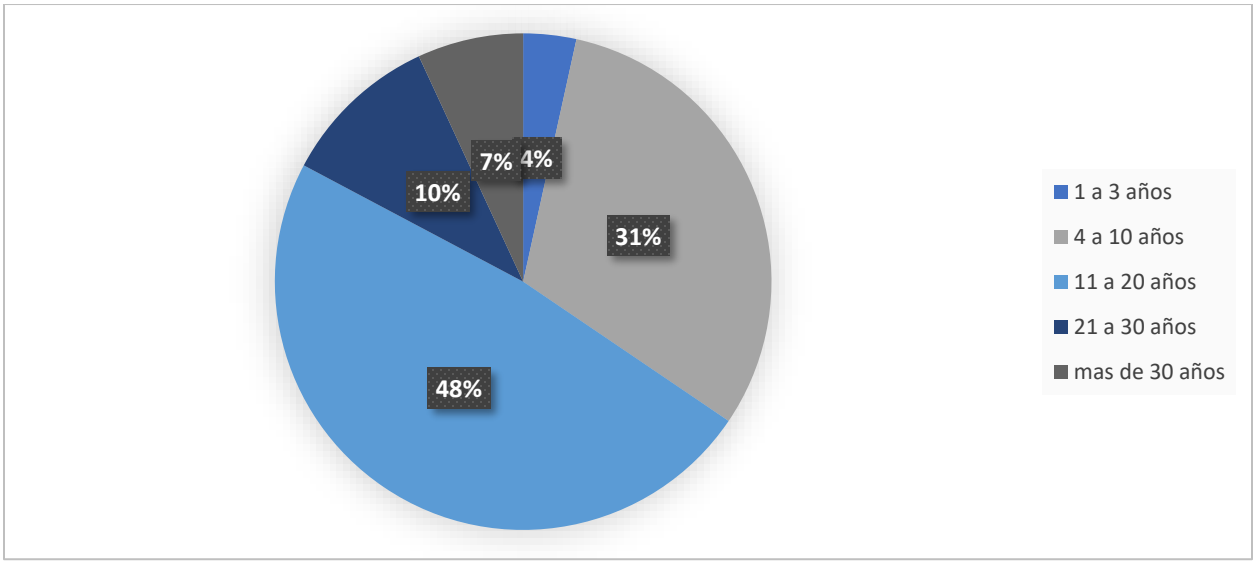


Figura 12 Proporción por años de experiencia de los expertos que resolvieron el formulario

a) Análisis de Diagramas de causa y efecto

En esta etapa con ayuda del diagrama de causa y efecto se encontraron las causas que pueden dar origen a los diferentes factores de riesgo que pudieran presentarse de manera interna o externa en este tipo de proyectos (ver anexo I), así como las causas que pueden dar origen a estos factores.

b) Análisis FODA

En esta etapa se construyeron matrices de análisis FODA desde la perspectiva del lugar donde se origina el factor de riesgo, a continuación, se muestra de manera sintetizada los resultados obtenidos en el análisis FODA (ver tabla 5 y 6).

Tabla 5 Análisis FODA por lugar donde se originan los riesgos

	Sector Publico	**Área de diseño**	**Contratistas**	**Subcontratistas**
Fortalezas	• Controlar los recursos de las obras • Controlar el proyecto • Funciones bien definidas • Transferencia del riesgo	• Capacidad de definir el proyecto • experiencia del personal • Acceso a información que facilita realizar proyectos • Cercanía con interesados(beneficiarios)	• Apego a un contrato • Capital y recurso disponibles	• Disponibilidad de Recursos y personal • Especialización en trabajos concretos
Debilidades	• Diseño del Proyecto • Sobrecarga de trabajo • Falta de capacitación • Depende de gestiones para liberar u operar recursos • Área técnica escasa • No existe planes de acción de riesgos	• Recursos económicos limitados • Falta de Estudios previos • Tendencia más a lo estético que lo funcional-técnico • Múltiples proyectos al mismo tiempo • Sobre carga de trabajo • Costos desactualizados	• Productividad obrara variable • Tiempos de ejecución apretados • Variable experiencia en obras de infraestructura • Capital y Recursos limitados • Métodos de planificación rudimentarios	• Depende del contratista(recursos) • Personal volátil (que no permanece) • Equipo Técnico limitado
Oportunidades	• Gestionar Riesgos del Proyecto • Interactuar con las áreas ejecutoras del sector privado • Agilizar trámites y permisos (incluso omitirlos)	• Implementar BIM • Proponer (innovar en el proceso de diseño)	• Posibilidad de Acceder a fuentes de financiamiento • Demanda de empleo en el sector laboral de la construcción	• Diversificar servicios • Tener múltiples opciones de trabajo

Amenazas	•	Atrasos con la obra Demora en la liberación de recursos No lograr los objetivos del proyecto Modificación por voluntad política Incumplimiento del contratista Aumentar o disminuir alcance por causa de recursos	•	Cambios repentinos en el proyecto Errores humanos al diseñar Falta de Especificaciones por causa de estudios previos Mal diseño(ingenierías)	•	Que el personal realice trabajos de mala calidad Fianzas e impuestos muy elevados Accidentes (inesperados) Productividad Obrera	•	Que sea escasa Incumplimiento en plazos o tiempos de entrega Trabajos mal realizados Baja productividad	

Tabla 6 Continuidad de la tabla 4

	Proveedores		**Sociedad**		**Economía**		**Aspectos ambientales**	
Fortalezas	•	Existen opciones diversas en el mercado local y nacional Muchos ofrecen crédito	•	Exigencias a gobierno Evoluciona y tiene la capacidad de mejorar	•	Sector de la construcción es de los más fuertes en Quintana Roo	•	Suelos poco accidentados (topografía favorable) Gobierno es un aliado para gestiones ambientales
Debilidades	•	Costos Elevados Depende de protección externa	•	Problemas culturales Reacciona conforme a las masas	•	Variaciones en el costo del proyecto Poco se invierte en mejorar el capital humano	•	Condiciones climáticas son inestables en la zona
Oportunidades	•	Diversos proveedores Demanda de materiales en la zona Posible Opción de mejora de precios	•	Invirtiendo en obra pública de infraestructura Involucrar a las personas en proyectos	•	Demanda del sector público de Obras de Infraestructura	•	Se puede conocer el sitio con anticipación Se conocen las condiciones climáticas históricas
Amenazas	•	Demora en suministro Escasa disponibilidad Incremento de costos Competencia	•	Modificaciones en la ley Inestabilidad Ideológica Grupos Sociales de oposición Actos delictivos Actos de corrupción	•	Inflación constante en el mercado de la construcción Incremento de costos por fenómenos sociales Demoras en el pago por causas políticas	•	Los días de lluvia superan a los programados en la obra Posibilidad de afectación por fenómenos hidrometereológicos

c) Elaboración de Diagramas de influencia

Con la elaboración de diagramas de influencia se pudo visualizar mejor la ubicación de los factores de riesgo dentro del ciclo de vida del proyecto y en que punto de este influyen directa o indirectamente, la ventaja ofrece este tipo de herramienta es que permite ver en qué parte de las diferentes etapas del proyecto se puede originar el factor de riesgo, a continuación, se muestran los diagramas de influencia de las etapas por las que transcurre un proyecto de infraestructura vial.

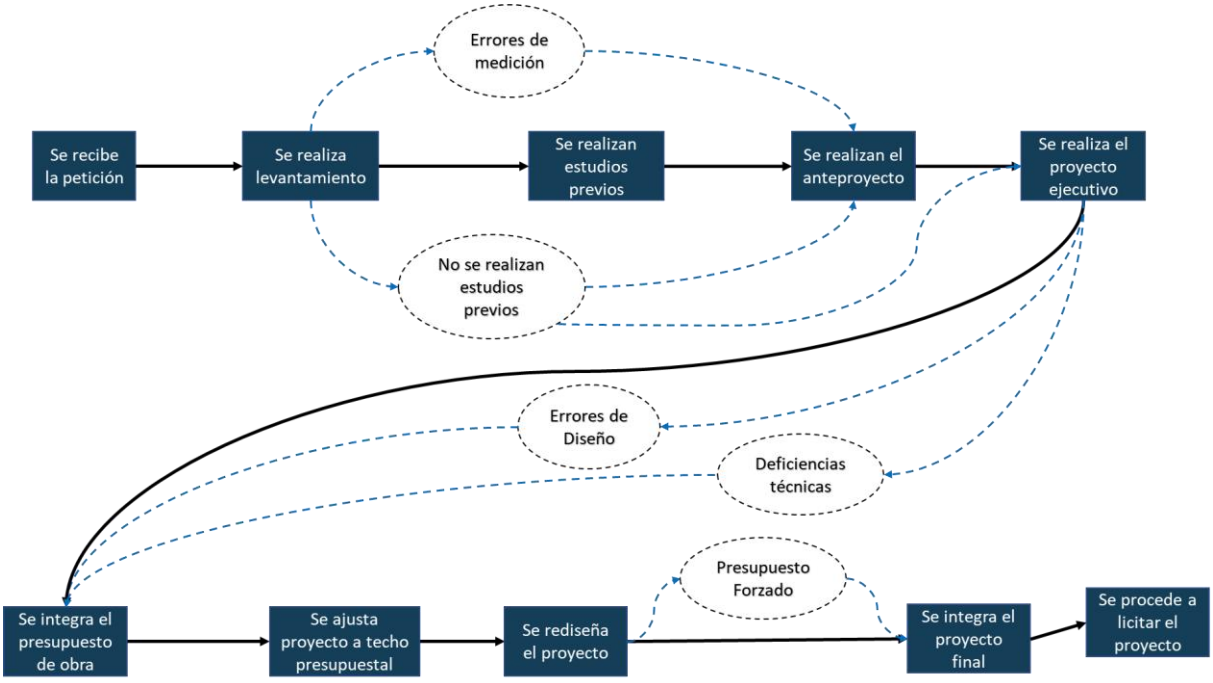


Figura 13 Diagrama de Influencia en la etapa de planeación del proyecto

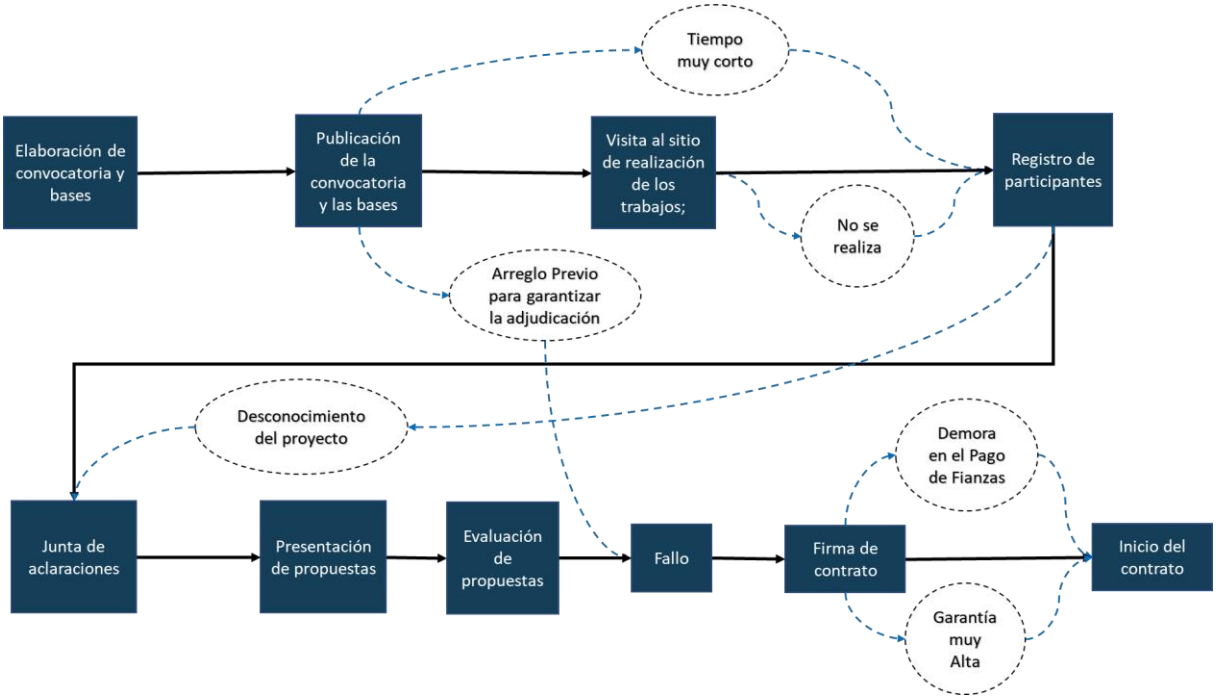


Figura 14 Diagrama de Influencia en la etapa de licitación y adjudicación del proyecto

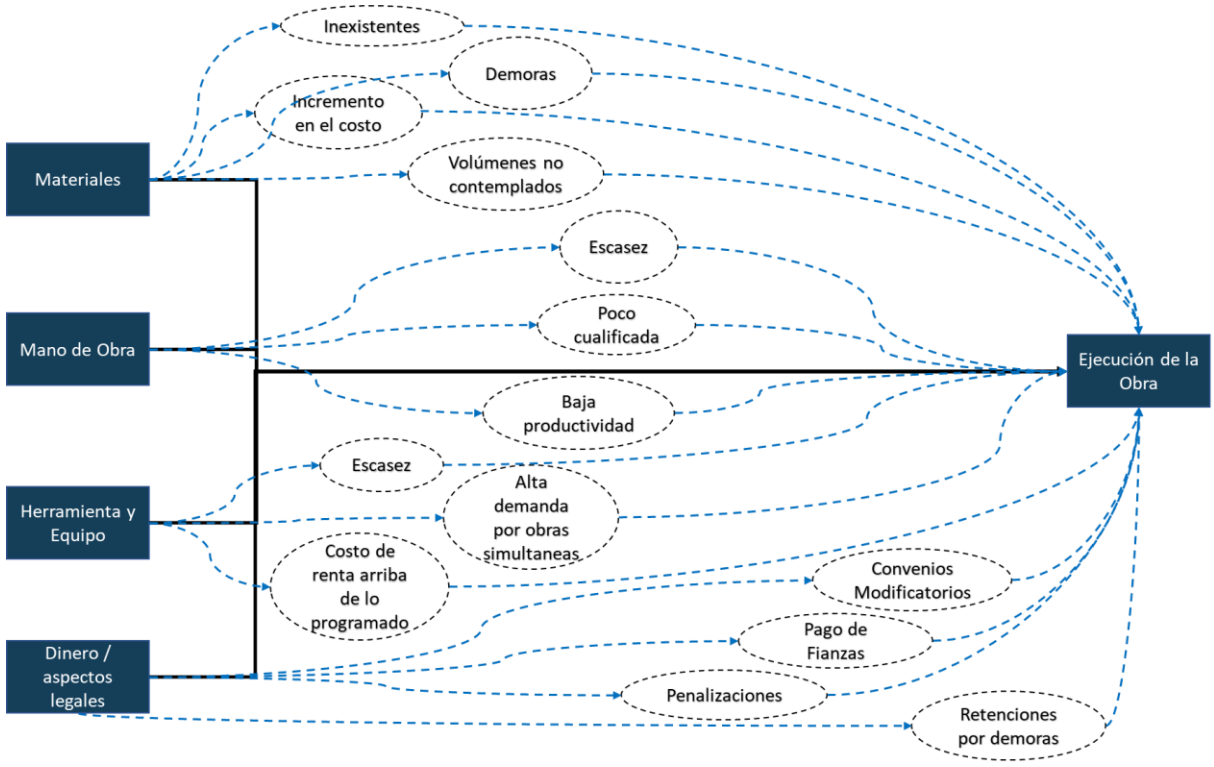


Figura 15 Diagrama de Influencia en la etapa de control del proyecto

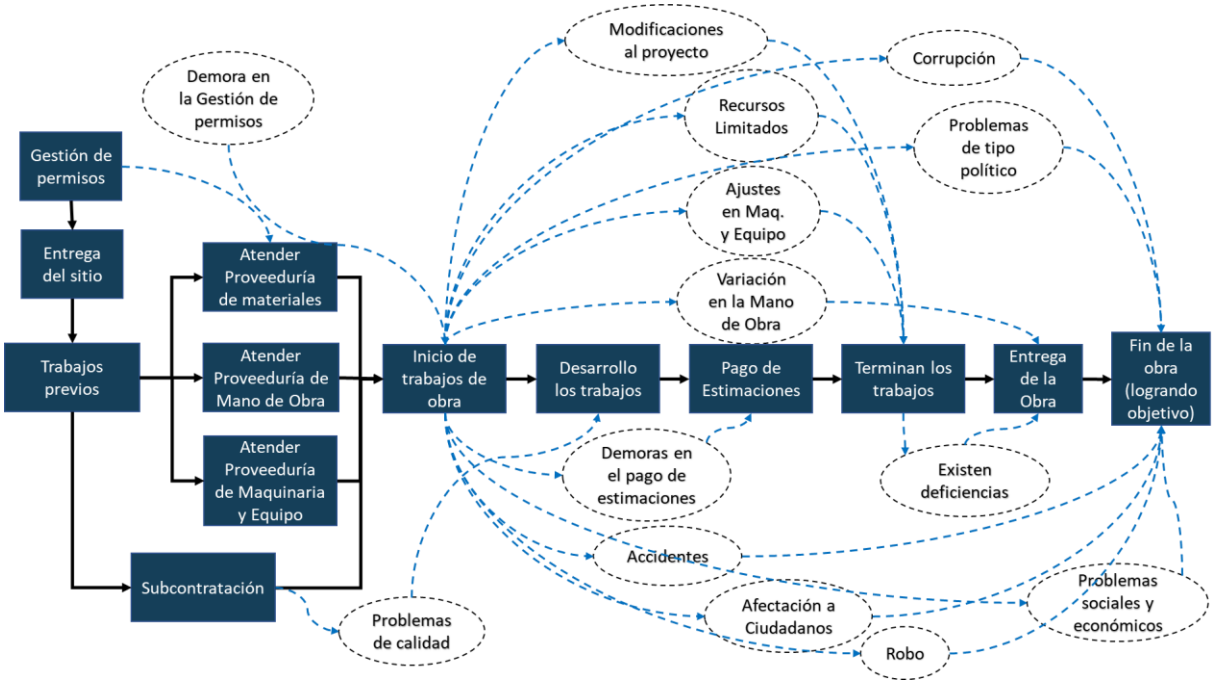


Figura 16 Diagrama de Influencia en la etapa de ejecución del proyecto

d) Integración de la Matriz de probabilidad e impacto

Con ayuda de la aplicación de la lista de verificación a expertos a la cual se le adicionó escalas para medir el nivel de probabilidad e impacto, se logró medir el nivel de probabilidad e impacto de cada uno de los factores de riesgo, mismos que se asociaron ala siguiente matriz (ver tabla 7):

Tabla 7 Matriz de probabilidad de impacto

MATRIZ DE PROBABILIDAD E IMPACTO				IMPACTO				
				Insignificante	**Menor**	**Significativo**	**Mayor**	**Severo**
				0%-20%	20.1%-40%	40.1%-60%	60.1%-80%	80.1%-100%
				1	**2**	**3**	**4**	**5**
PROBABILIDAD	**Muy Alta**	80.1%-100%	**5**	5	10	15	20	25
	Alta	60.1%-80%	**4**	4	8	12	16	20
	Intermedia	40.1%-60%	**3**	3	6	9	12	15
	Baja	20.1%-40%	**2**	2	4	6	8	10
	Muy Baja	0%-20%	**1**	1	2	3	4	5

Fuente: elaboración propia

Las categorías de nivel de riesgo quedaron de la siguiente manera (ver tabla 8):

Tabla 8 Escala de categorías de nivel de riesgo

Nivel de riesgo	Color	Rango
Riesgo Aceptable		1 a 4
Riesgo Tolerable		5 a 11
Riesgo Alto		12 a 19
Riesgo Muy Alto		20 a 25

La escala de probabilidad queda clasificada de la siguiente manera (ver tabla 9):

Tabla 9 Escala de probabilidad para la integración de la matriz de riesgos

Nivel de probabilidad	Probabilidad de ocurrencia	Ponderación
Muy Alta	80.1%-100%	**5**
Alta	60.1%-80%	**4**
Intermedia	40.1%-60%	**3**
Baja	20.1%-40%	**2**
Muy Baja	0%-20%	**1**

Fuente: elaboración propia

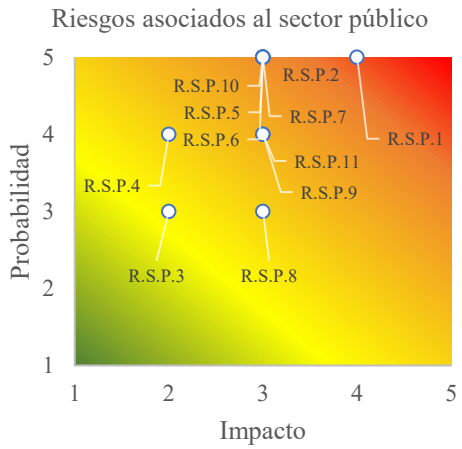
La escala de impacto queda clasificada como se muestra a continuación (ver tabla 10):

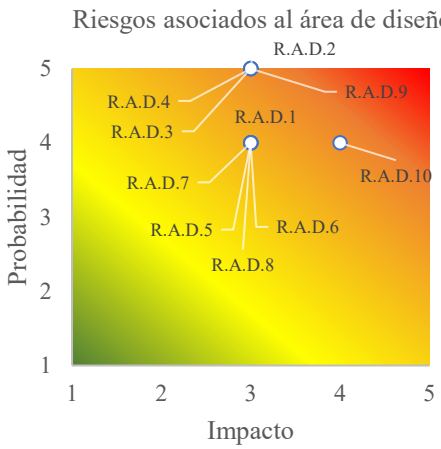
Tabla 10 Escala de impacto para la integración de la matriz de riesgos

Nivel de probabilidad	Probabilidad de ocurrencia	Ponderación
Severo	80.1%-100%	**5**
Mayor	60.1%-80%	**4**
Significativo	40.1%-60%	**3**
Menor	20.1%-40%	**2**
Insignificante	0%-20%	**1**

Fuente: elaboración propia

A continuación, se presenta el resultado obtenido de la relación entre la probabilidad e impacto de cada uno de los factores de riesgo identificados y de acuerdo con la matriz de riesgos tomando como referencia la frecuencia de los resultados obtenidos en la aplicación de las listas de verificación.

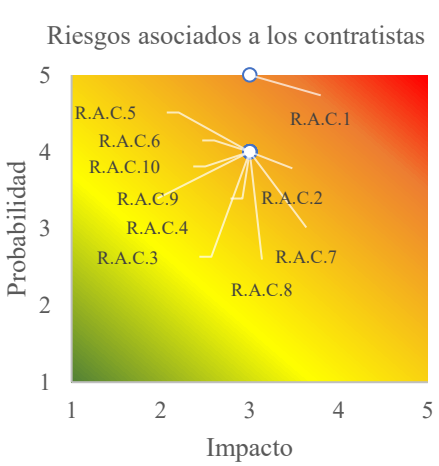


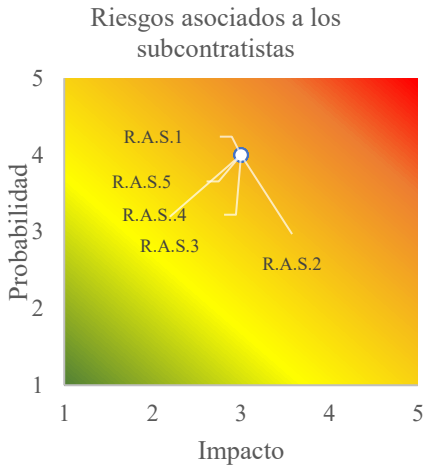


Simbología

Clave	Factores de riesgo	Clave	Factores de riesgo
R.S.P.1	Demoras en la liberación del pago	R.A.D.1	Cambios frecuentes en el proyecto ejecutivo
R.S.P.2	Programa de ejecución apretado	R.A.D.2	Mal Diseño del proyecto ejecutivo
R.S.P.3	No se tienen claras las funciones del personal	R.A.D.3	Planos y especificaciones técnicas deficientes o incompletas
R.S.P.4	Problemas con el acceso al sitio y derecho de vía]	R.A.D.4	Recursos limitados para construir el proyecto
R.S.P.5	Liberación atrasada del anticipo	R.A.D.5	Limitaciones tecnológicas (BIM; TICS, etc.)
R.S.P.6	Se realizan convenios para incrementar volumen	R.A.D.6	Poca experiencia en obra relacionada con proyectos a desarrollar
R.S.P.7	Se realizan convenios para modificar plazo de ejecución]	R.A.D.7	Poca capacidad técnica para el desarrollo de proyectos
R.S.P.8	Intervención inapropiada de beneficiarios	R.A.D.8	Errores humanos
R.S.P.9	Omisión de la visita al sitio previo a la junta de aclaraciones	R.A.D.9	Falta de estudios previos
R.S.P.10	Cambios en el alcance del proyecto	R.A.D.10	Presupuesto mal elaborado e incompleto
R.S.P.11	Incumplimiento del contrato y conflictos		

Figura 17 Matriz de probabilidad e impacto de los riesgos asociados al sector público y área de diseño

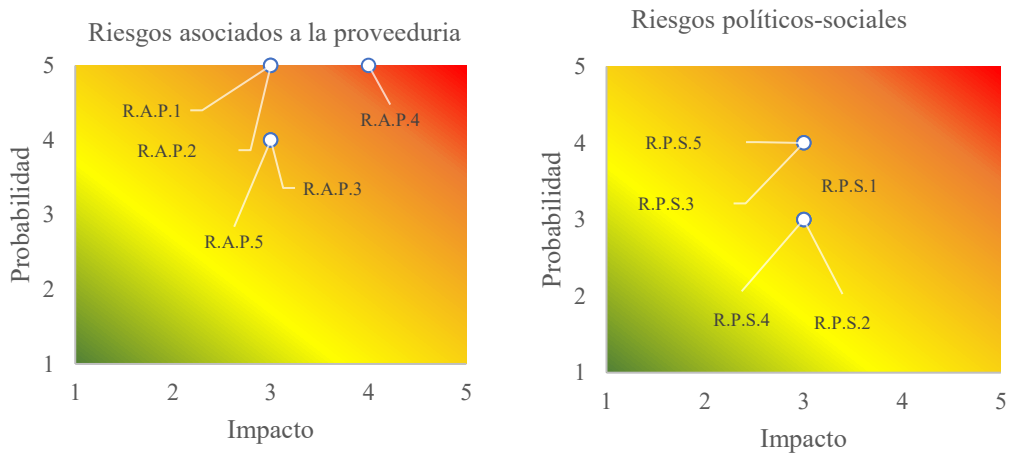




Simbología

Clave	Factores de riesgo	Clave	Factores de riesgo
R.A.C.1	Pago de impuestos o fianzas muy elevado	R.A.S.1	Mal desempeño de los subcontratistas
R.A.C.2	Problemas Técnicos durante el proceso de construcción		
R.A.C.3	Accidentes durante la construcción	R.A.S.2	Mala calidad del trabajo subcontratado en obra
R.A.C.4	Incompetencia de los contratistas		
R.A.C.5	Mala calidad de los trabajos (obra)	R.A.S.3	Baja productividad de mano de obra y equipo subcontratada
R.A.C.6	Baja productividad de mano de obra y equipo		
R.A.C.7	Empresa de reciente creaciÃ³n con poca experiencia	R.A.S.4	Falta de personal especializado
R.A.C.8	Se carece de planificación para la construcción del proyecto		
R.A.C.9	Limitada disponibilidad de capital para iniciar la obra	R.A.S.5	Incumplimiento de contratos y conflictos con los subcontratistas
R.A.C.10	Falta de personal Capacitado para realizar los trabajos		

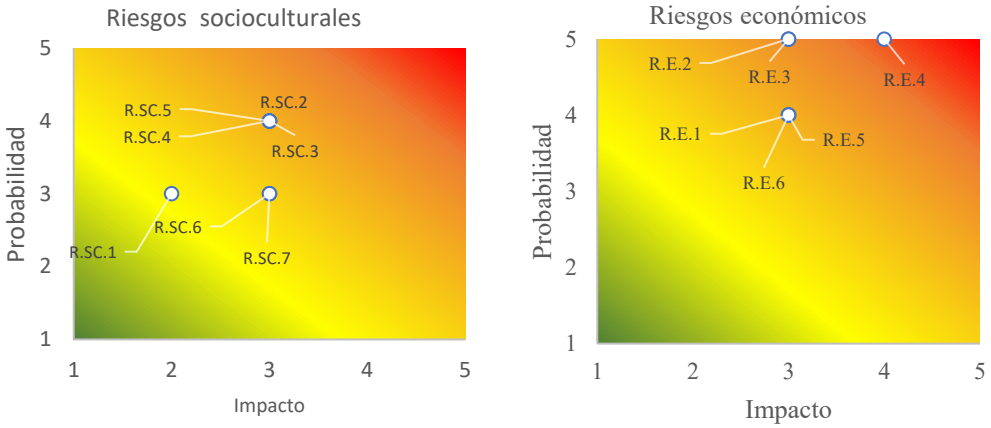
Figura 18 Matriz de probabilidad e impacto de los riesgos asociados a los contratistas y los subcontratistas



Simbología

Clave	Factores de riesgo	Clave	Factores de riesgo
R.A.P.1	Demoras en el suministro de materiales, maquinaria o equipo	R.P.S.1	Cambio en la Ley y regulaciones
R.A.P.2	Alta demanda de materiales en la zona	R.P.S.2	Huelgas y conflictos laborales
R.A.P.3	Escasa disponibilidad de materiales o maquinaria	R.P.S.3	Corrupción y sobornos
R.A.P.4	Incremento de costo en los materiales	R.P.S.4	Conflictos e inestabilidad política
R.A.P.5	Problemas de calidad de materiales	R.P.S.5	Retrasos en las aprobaciones del proyecto

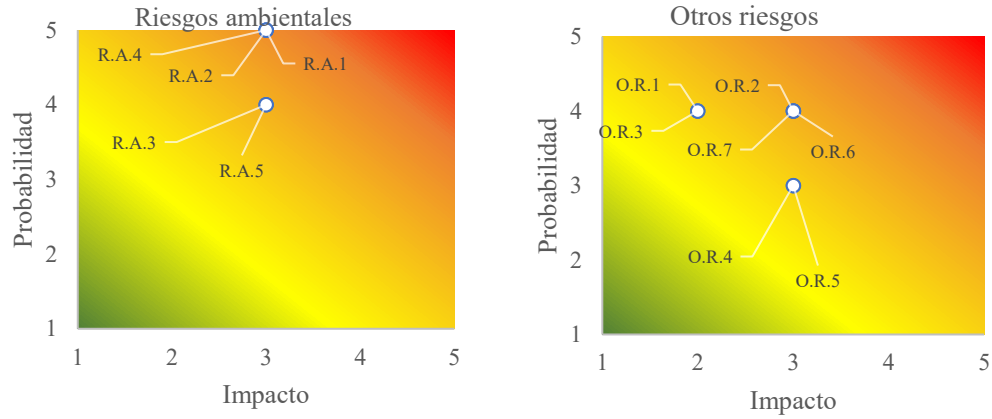
Figura 19 Matriz de probabilidad e impacto de los riesgos asociados a la proveeduría y a los riesgos políticos sociales



Simbología

Clave	Factores de riesgo	Clave	Factores de riesgo
R.SC.1	Conflictos debido a diferencias de ideología	R.E.1	Fluctuación de la moneda
R.SC.2	Actos criminales (robo, vandalismo, etc.)	R.E.2	Inflación y cambios repentinos de precios
R.SC.3	Conflictos viales ocasionados por la obra	R.E.3	Incremento del costo de la obra
R.SC.4	Problema social imprevisto (bloqueo, daño al proyecto obra, etc.)	R.E.4	Demoras en el pago por cambio en la administración gubernamental
R.SC.5	Daño a terceros durante la ejecución de la obra	R.E.5	Escasez de oferta y disponibilidad de mano de obra
R.SC.6	Abuso de sustancias dentro de la obra	R.E.6	Escasa disponibilidad de Equipo o maquinaria
R.SC.7	Presencia de grupos de oposición al proyecto		

Figura 20 Matriz de probabilidad e impacto de los riesgos socioculturales y económicos



Simbología

Clave	Factores de riesgo	Clave	Factores de riesgo
R.A.1	Condiciones imprevistas del sitio	O.R.1	Retrasos por la resolución de cuestiones contractuales
R.A.2	Inclemencia inesperada (fenómenos naturales)	O.R.2	Existencia de conflictos de interés
R.A.3	Desastre o contingencia ambiental ocasionada por el proyecto	O.R.3	Problemas de acceso al sitio
R.A.4	Días de lluvia superiores a los esperados para el proyecto	O.R.4	Contrato con clausulas imprecisas
R.A.5	Falta de Gestión ambiental del proyecto	O.R.5	Aplicación de fianzas y seguros
		O.R.6	Negación de permisos
		O.R.7	Proceso de licitación previamente arreglado

Figura 21 Matriz de probabilidad e impacto de los riesgos ambientales y otro tipo de riesgos

e) Análisis de la calidad de los datos de riesgo

El análisis de la calidad de los datos de riesgo es esencial para garantizar la eficacia y precisión de los resultados obtenidos. A continuación, se detalla cómo estos aspectos clave se aplican específicamente a los datos recopilados:

Exactitud: En la recopilación de datos sobre la infraestructura y los riesgos asociados, se aseguró que la información sea precisa y esté libre de errores. Esto implicó obtener datos de fuentes confiables, como informes gubernamentales, estudios de ingeniería, y expertos en el campo.

Integridad: La integridad de los datos es fundamental para comprender completamente los riesgos de la infraestructura. Se evitó en la medida de lo posible los datos faltantes y aseguró que no haya duplicados o inconsistencias en los conjuntos de datos recopilados.

Actualidad: Dado que la infraestructura y los riesgos asociados pueden cambiar con el tiempo, fue importante que los datos utilizados en la evaluación estén actualizados. Se utilizaron fuentes de datos que reflejaron la información más reciente disponible.

Consistencia: Los datos recopilados sobre la infraestructura resultaron ser coherentes en términos de formato y estructura. Esto facilitó su análisis y comparación, permitiendo una evaluación más precisa de los riesgos.

Relevancia: Los datos recopilados resultaron pertinentes para los riesgos específicos que se están evaluando en el contexto de la infraestructura ya que Incluir información irrelevante puede distorsionar el análisis y llevar a decisiones inadecuadas.

Disponibilidad: Los datos necesarios para la evaluación de riesgos en infraestructura deben estar fácilmente disponibles para los investigadores. Esto implicó realizar gestiones para acceder y compartir datos de manera segura.

Seguridad y Privacidad: Dado que algunos datos pueden ser sensibles o confidenciales, fue necesario implementar medidas de seguridad adecuadas para proteger la privacidad de la información. Esto incluye el uso de tecnologías de cifrado y el control de accesos a los datos.

Auditabilidad: Debe ser posible rastrear y auditar los datos utilizados en la evaluación de riesgos de infraestructura para garantizar su origen y calidad. Esto promovió la transparencia y la responsabilidad en el proceso de investigación.

Durante el proceso de obtención de datos de investigación sobre evaluación de riesgos en infraestructura vial, el análisis de la calidad de los datos garantiza que los hallazgos sean confiables y proporciona una base sólida para la toma de decisiones informadas en la gestión de riesgos. Esto implicó implementar procedimientos rigurosos de recopilación, análisis y validación de datos, así como garantizar la seguridad y privacidad de la información utilizada con lo cual se obtuvo la valoración que se muestra en la tabla 11.

Tabla 11 Valoración de la calidad de los datos

Aspectos considerados	Datos cualitativos			Cuantitativo								Evaluación Global
	Probabilidad	Impacto	Nivel de Riesgo	Probabilidad (Media)	Probabilidad Máxima	Probabilidad Mínima	Desviación Estándar para la probabilidad	Impacto (Media)	Desviación Estándar para el impacto	Registro de costo asociado al Riesgo	Costo de Riesgo	
Acumulado	**9.1**	**8.75**	**9.03**	**9.02**	**9.02**	**9.02**	**9.1**	**8.75**	**9.1**	**8.92**	**8.83**	**89.7%**
Exactitud	9.0	8.0	9.5	8.5	8.5	8.5	9.0	8.0	9.0	8.5	8.25	
Integridad	10	9.5	9.3	9.0	9.0	9.0	10	9.5	10	9.75	9.62	
Actualidad	8.0	7.0	9.0	9.0	9.0	9.0	8.0	7.0	8.0	7.5	7.25	
Consistencia	9.0	9.2	9.5	9.2	9.2	9.2	9.0	9.2	9.0	9.1	9.15	
Relevancia	9.5	9.8	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.8	9.5	9.65	9.72	
Disponibilidad	8.0	8.0	8.0	7.0	7.0	7.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	
Seguridad y privacidad	9.8	9.5	8.0	10	10	10	9.8	9.5	9.8	9.65	9.57	
Auditabilidad	9.5	9	9.5	10	10	10	9.5	9.0	9.5	9.25	9.12	

*la escala de valoración es de 1 a 10 siendo 1 menor valorado y 10 mejor valorado

Fuente: elaboración propia

Para la siguiente etapa (análisis cuantitativo) es necesario considerar que los datos obtenidos cumplan con los criterios antes comentados, con lo cual de acuerdo a la rúbrica aplicada se obtuvo como resultado una evaluación global positiva de 89.7% en la escala del 1% al 100% siendo este último el mejor valorado.

f) Categorización de los factores de riesgo a través de TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution)

Se introdujo el proceso de categorización de factores de riesgo, utilizando la técnica de Orden de Preferencia por Similitud a la Solución Ideal (TOPSIS), en el cual se sigue una serie de pasos estructurados y metodológicos para evaluar y priorizar los riesgos. Este enfoque ofrece una manera sistemática y objetiva de identificar los factores de riesgo más críticos y sus implicaciones para la organización. A continuación, se describen los pasos que se siguieron en este proceso:

Identificación de criterios: Se seleccionaron los criterios relevantes que se utilizarán para evaluar los factores de riesgo. El cual queda estructurado considerando los factores de riesgos como alternativas, los rangos de años de experiencia de las personas a quienes se aplicaron las listas de verificación como criterios

y la ponderación dando mayor valor conforme a los años de experiencia, en la tabla siguiente se muestra la estructura y ponderación asignada a cada criterio.

Tabla 12 Identificación de criterios

Factores de riesgo **R1** **R2** **Rn**	**Criterios basados en rango de años de experiencia de las personas a quienes se aplicó la encuesta**				
	1 a 3 años	4 a 10 años	11 a 20 años	21 a 30 años	más de 30 años
Ponderación asignada a cada criterio	0.05	0.10	0.15	0.20	0.5

Estos criterios incluyeron factores cualitativos y cuantitativos pertinentes para la evaluación de riesgos en el contexto específico donde se realiza el análisis. A continuación, se muestra la matriz de decisión con los ponderadores para cada factor de riesgo(alternativa) y el nivel de impacto basado en los años de experiencia (criterio).

Tabla 13 Matriz de decisión

Grupo de Riesgo	**Clave**	**Factores de Riesgo**	**Valoración basada en la Experiencia en años de los expertos a los que se aplicó la lista de verificación**				
			1 a 3 años	4 a 10 años	11 a 20 años	21 a 30 años	más de 30 años
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.1	Demoras en la liberación del pago	0.013793103	0.066666667	0.098850575	0.034482759	0.024137931
	R.S.P.2	Programa de ejecución apretado	0.013793103	0.072413793	0.075862069	0.024137931	0.017241379
	R.S.P.3	No se tienen claras las funciones del personal	0.013793103	0.029310345	0.057471264	0.013793103	0.013793103
	R.S.P.4	Problemas con el acceso al sitio y derecho de vía]	0.013793103	0.029310345	0.05	0.020689655	0.017241379
	R.S.P.5	Liberación atrasada del anticipo	0.013793103	0.064367816	0.067241379	0.016091954	0.024137931
	R.S.P.6	Se realizan convenios para incrementar volumen	0.013793103	0.04137931	0.05862069	0.013793103	0.04137931
	R.S.P.7	Se realizan convenios para modificar plazo de ejecución]	0.013793103	0.045977011	0.056896552	0.013793103	0.04137931
	R.S.P.8	Intervención inapropiada de beneficiarios	0.013793103	0.029310345	0.056896552	0.017241379	0.020689655
	R.S.P.9	Omisión de la visita al sitio previo a la junta de aclaraciones	0.013793103	0.029310345	0.065517241	0.020689655	0.020689655
	R.S.P.10	Cambios en el alcance del proyecto	0.013793103	0.062068966	0.077586207	0.017241379	0.020689655
	R.S.P.11	Incumplimiento del contrato y conflictos	0.013793103	0.036206897	0.072413793	0.017241379	0.055172414
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.1	Cambios frecuentes en el proyecto ejecutivo	0.013793103	0.037931034	0.067241379	0.013793103	0.04137931
	R.A.D.2	Mal Diseño del proyecto ejecutivo	0.013793103	0.062068966	0.075862069	0.017241379	0.024137931

	R.A.D.3	Planos y especificaciones técnicas deficientes o incompletas	0.013793103	0.044827586	0.072413793	0.024137931	0.024137931
	R.A.D.4	Recursos limitados para construir el proyecto	0.013793103	0.044827586	0.074137931	0.013793103	0.055172414
	R.A.D.5	Limitaciones tecnológicas (BIM; TICS, etc.)	0.013793103	0.037931034	0.055172414	0.017241379	0.020689655
	R.A.D.6	Poca experiencia en obra relacionada con proyectos a desarrollar	0.013793103	0.04137931	0.063793103	0.017241379	0.055172414
	R.A.D.7	Poca capacidad técnica para el desarrollo de proyectos	0.013793103	0.037931034	0.072413793	0.017241379	0.055172414
	R.A.D.8	Errores humanos	0.013793103	0.055172414	0.056896552	0.017241379	0.024137931
	R.A.D.9	Falta de estudios previos	0.013793103	0.046551724	0.068965517	0.017241379	0.024137931
	R.A.D.10	Presupuesto mal elaborado e incompleto	0.013793103	0.071264368	0.074137931	0.017241379	0.055172414
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.1	Pago de impuestos o fianzas muy elevado	0.013793103	0.055172414	0.067241379	0.017241379	0.024137931
	R.A.C.2	Problemas Técnicos durante el proceso de construcción	0.013793103	0.048275862	0.060344828	0.020689655	0.017241379
	R.A.C.3	Accidentes durante la construcción	0.013793103	0.052873563	0.063793103	0.017241379	0.017241379
	R.A.C.4	Incompetencia de los contratistas	0.013793103	0.036206897	0.060344828	0.017241379	0.017241379
	R.A.C.5	Mala calidad de los trabajos (obra)	0.013793103	0.037931034	0.072413793	0.017241379	0.04137931
	R.A.C.6	Baja productividad de mano de obra y equipo	0.013793103	0.050574713	0.060344828	0.017241379	0.017241379
	R.A.C.7	Empresa de reciente creaciÃ³n con poca experiencia	0.013793103	0.039655172	0.065517241	0.016091954	0.024137931
	R.A.C.8	Se carece de planificación para la construcción del proyecto	0.013793103	0.039655172	0.065517241	0.016091954	0.024137931
	R.A.C.9	Limitada disponibilidad de capital para iniciar la obra	0.013793103	0.044827586	0.067241379	0.024137931	0.024137931
	R.A.C.10	Falta de personal Capacitado para realizar los trabajos	0.013793103	0.048275862	0.065517241	0.017241379	0.04137931
Riesgos asociados a los subcontratistas	R.A.S.1	Mal desempeño de los subcontratistas	0.013793103	0.036206897	0.05862069	0.017241379	0.024137931
	R.A.S.2	Mala calidad del trabajo subcontratado en obra	0.013793103	0.048275862	0.062068966	0.017241379	0.024137931
	R.A.S.3	Baja productividad de mano de obra y equipo subcontratada	0.013793103	0.045977011	0.062068966	0.017241379	0.024137931
	R.A.S.4	Falta de personal especializado	0.013793103	0.04137931	0.056896552	0.017241379	0.055172414
	R.A.S.5	Incumplimiento de contratos y conflictos con los subcontratistas	0.013793103	0.057471264	0.067241379	0.017241379	0.055172414
	R.A.P.1	Demoras en el suministro de	0.013793103	0.086206897	0.065517241	0.013793103	0.024137931

		materiales, maquinaria o equipo					
Riesgos asociados a los proveedores	R.A.P.2	Alta demanda de materiales en la zona	0.013793103	0.034482759	0.085057471	0.024137931	0.024137931
	R.A.P.3	Escasa disponibilidad de materiales o maquinaria	0.013793103	0.037931034	0.074137931	0.024137931	0.017241379
	R.A.P.4	Incremento de costo en los materiales	0.013793103	0.064367816	0.105747126	0.034482759	0.024137931
	R.A.P.5	Problemas de calidad de materiales	0.013793103	0.037931034	0.068965517	0.024137931	0.024137931
Riesgos político sociales	R.P.S.1	Cambio en la Ley y regulaciones	0.013793103	0.04137931	0.046551724	0.024137931	0.020689655
	R.P.S.2	Huelgas y conflictos laborales	0.013793103	0.04137931	0.051724138	0.017241379	0.024137931
	R.P.S.3	Corrupción y sobornos	0.013793103	0.043103448	0.070689655	0.013793103	0.024137931
	R.P.S.4	Conflictos e inestabilidad política	0.013793103	0.036206897	0.051724138	0.017241379	0.024137931
	R.P.S.5	Retrasos en las aprobaciones del proyecto	0.013793103	0.037931034	0.072413793	0.027586207	0.055172414
Riesgos socioculturales	R.SC.1	Conflictos debido a diferencias de ideología	0.013793103	0.037931034	0.046551724	0.017241379	0.027586207
	R.SC.2	Actos criminales (robo, vandalismo, etc.)	0.013793103	0.034482759	0.068965517	0.024137931	0.024137931
	R.SC.3	Conflictos viales ocasionados por la obra	0.013793103	0.048275862	0.05862069	0.017241379	0.027586207
	R.SC.4	Problema social imprevisto (bloqueo, daño al proyecto obra, etc.)	0.013793103	0.031034483	0.05	0.027586207	0.017241379
	R.SC.5	Daño a terceros durante la ejecución de la obra	0.013793103	0.029310345	0.051724138	0.017241379	0.024137931
	R.SC.6	Abuso de sustancias dentro de la obra	0.013793103	0.032758621	0.055172414	0.013793103	0.020689655
	R.SC.7	Presencia de grupos de oposición al proyecto	0.013793103	0.034482759	0.063793103	0.017241379	0.04137931
Riesgos de tipo económico	R.E.1	Fluctuación de la moneda	0.013793103	0.034482759	0.082758621	0.024137931	0.055172414
	R.E.2	Inflación y cambios repentinos de precios	0.013793103	0.039655172	0.070689655	0.020689655	0.024137931
	R.E.3	Incremento del costo de la obra	0.013793103	0.043103448	0.070689655	0.020689655	0.024137931
	R.E.4	Demoras en el pago por cambio en la administración gubernamental	0.013793103	0.066666667	0.101149425	0.037931034	0.055172414
	R.E.5	Escasez de oferta y disponibilidad de mano de obra	0.013793103	0.036206897	0.091954023	0.062068966	0.04137931
	R.E.6	Escasa disponibilidad de Equipo o maquinaria	0.013793103	0.045977011	0.068965517	0.027586207	0.04137931
Riesgos ambientales	R.A.1	Condiciones imprevistas del sitio	0.013793103	0.050574713	0.05862069	0.013793103	0.020689655
	R.A.2	Inclemencia inesperada (fenómenos naturales)	0.013793103	0.062068966	0.072413793	0.027586207	0.024137931
	R.A.3	Desastre o contingencia ambiental ocasionada por el proyecto	0.013793103	0.037931034	0.068965517	0.024137931	0.024137931

	R.A.4	Días de lluvia superiores a los esperados para el proyecto	0.013793103	0.039655172	0.065517241	0.024137931	0.024137931
	R.A.5	Falta de Gestión ambiental del proyecto	0.013793103	0.039655172	0.065517241	0.027586207	0.027586207
Otros riesgos	O.R.1	Retrasos por la resolución de cuestiones contractuales	0.013793103	0.043678161	0.060344828	0.017241379	0.04137931
	O.R.2	Existencia de conflictos de interés	0.013793103	0.04137931	0.060344828	0.013793103	0.017241379
	O.R.3	Problemas de acceso al sitio	0.013793103	0.034482759	0.05	0.017241379	0.017241379
	O.R.4	Contrato con clausulas imprecisas	0.013793103	0.027586207	0.048275862	0.017241379	0.017241379
	O.R.5	Aplicación de fianzas y seguros	0.013793103	0.031034483	0.051724138	0.013793103	0.017241379
	O.R.6	Negación de permisos	0.013793103	0.052873563	0.062068966	0.017241379	0.020689655
	O.R.7	Proceso de licitación previamente arreglado	0.013793103	0.043103448	0.072413793	0.018390805	0.055172414

Fuente: elaboración propia

Normalización de datos: Los datos asociados con cada criterio y factor de riesgo se normalizaron para que todos los criterios sean comparables en la misma escala. Esto garantiza una evaluación justa y equitativa de los riesgos en función de los diferentes criterios.

Determinación de ponderaciones: Aquí se les atribuyó más valor a las personas con más antigüedad en el sector y por el contrario menor valor a las opiniones de las personas de menor antigüedad

Se asignaron ponderaciones a cada criterio para reflejar su importancia relativa en la toma de decisiones. Estas ponderaciones se basaron en los resultados obtenidos a partir de la experiencia de expertos y sus opiniones (ver tabla 14).

Tabla 14 Matriz con valores de los criterios normalizados y ponderados

Grupo de Riesgo	Clave	Factores de Riesgo	1 a 3 años	4 a 10 años	11 a 20 años	21 a 30 años	mas de 30 años
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.1	Demoras en la liberación del pago	0.00593391	0.01723818	0.02626092	0.03828652	0.044339334
	R.S.P.2	Programa de ejecución apretado	0.00593391	0.01872423	0.02015373	0.02680057	0.031670953
	R.S.P.3	No se tienen claras las funciones del personal	0.00593391	0.00757885	0.01526798	0.01531461	0.025336762
	R.S.P.4	Problemas con el acceso al sitio y derecho de vía]	0.00593391	0.00757885	0.01328314	0.02297191	0.031670953
	R.S.P.5	Liberación atrasada del anticipo	0.00593391	0.01664376	0.01786353	0.01786704	0.044339334
	R.S.P.6	Se realizan convenios para incrementar volumen	0.00593391	0.01069956	0.01557334	0.01531461	0.076010287

	R.S.P.7	Se realizan convenios para modificar plazo de ejecución]	0.00593391	0.0118884	0.0151153	0.01531461	0.076010287
	R.S.P.8	Intervención inapropiada de beneficiarios	0.00593391	0.00757885	0.0151153	0.01914326	0.038005144
	R.S.P.9	Omisión de la visita al sitio previo a la junta de aclaraciones	0.00593391	0.00757885	0.01740549	0.02297191	0.038005144
	R.S.P.10	Cambios en el alcance del proyecto	0.00593391	0.01604934	0.02061177	0.01914326	0.038005144
	R.S.P.11	Incumplimiento del contrato y conflictos	0.00593391	0.00936211	0.01923765	0.01914326	0.10134705
			0.00593391	0.00757885	0.01328314	0.01531461	0.025336762
			0.00593391	0.01872423	0.02626092	0.03828652	0.10134705
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.1	Cambios frecuentes en el proyecto ejecutivo	0.00593391	0.00980793	0.01786353	0.01531461	0.076010287
	R.A.D.2	Mal Diseño del proyecto ejecutivo	0.00593391	0.01604934	0.02015373	0.01914326	0.044339334
	R.A.D.3	Planos y especificaciones técnicas deficientes o incompletas	0.00593391	0.01159119	0.01923765	0.02680057	0.044339334
	R.A.D.4	Recursos limitados para construir el proyecto	0.00593391	0.01159119	0.01969569	0.01531461	0.10134705
	R.A.D.5	Limitaciones tecnológicas (BIM; TICS, etc.)	0.00593391	0.00980793	0.01465726	0.01914326	0.038005144
	R.A.D.6	Poca experiencia en obra relacionada con proyectos a desarrollar	0.00593391	0.01069956	0.01694745	0.01914326	0.10134705
	R.A.D.7	Poca capacidad técnica para el desarrollo de proyectos	0.00593391	0.00980793	0.01923765	0.01914326	0.10134705
	R.A.D.8	Errores humanos	0.00593391	0.01426608	0.0151153	0.01914326	0.044339334
	R.A.D.9	Falta de estudios previos	0.00593391	0.012037	0.01832157	0.01914326	0.044339334
	R.A.D.10	Presupuesto mal elaborado e incompleto	0.00593391	0.01842702	0.01969569	0.01914326	0.10134705
			0.00593391	0.00980793	0.01465726	0.01531461	0.038005144
			0.00593391	0.01842702	0.02015373	0.02680057	0.10134705
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.1	Pago de impuestos o fianzas muy elevado	0.00593391	0.01426608	0.01786353	0.01914326	0.044339334
	R.A.C.2	Problemas Técnicos durante el proceso de construcción	0.00593391	0.01248282	0.01603138	0.02297191	0.031670953
	R.A.C.3	Accidentes durante la construcción	0.00593391	0.01367166	0.01694745	0.01914326	0.031670953
	R.A.C.4	Incompetencia de los contratistas	0.00593391	0.00936211	0.01603138	0.01914326	0.031670953
	R.A.C.5	Mala calidad de los trabajos (obra)	0.00593391	0.00980793	0.01923765	0.01914326	0.076010287
	R.A.C.6	Baja productividad de mano de obra y equipo	0.00593391	0.01307724	0.01603138	0.01914326	0.031670953
	R.A.C.7	Empresa de reciente creaciÃ³n con poca experiencia	0.00593391	0.01025374	0.01740549	0.01786704	0.044339334
	R.A.C.8	Se carece de planificación para la construcción del proyecto	0.00593391	0.01025374	0.01740549	0.01786704	0.044339334
	R.A.C.9	Limitada disponibilidad de capital para iniciar la obra	0.00593391	0.01159119	0.01786353	0.02680057	0.044339334

	R.A.C.10	Falta de personal Capacitado para realizar los trabajos	0.00593391	0.01248282	0.01740549	0.01914326	0.076010287
			0.00593391	0.00936211	0.01603138	0.01786704	0.031670953
			0.00593391	0.01426608	0.01923765	0.02680057	0.076010287
Riesgos asociados a los subcontratistas	R.A.S.1	Mal desempeño de los subcontratistas	0.00593391	0.00936211	0.01557334	0.01914326	0.044339334
	R.A.S.2	Mala calidad del trabajo subcontratado en obra	0.00593391	0.01248282	0.01648941	0.01914326	0.044339334
	R.A.S.3	Baja productividad de mano de obra y equipo subcontratada	0.00593391	0.0118884	0.01648941	0.01914326	0.044339334
	R.A.S.4	Falta de personal especializado	0.00593391	0.01069956	0.0151153	0.01914326	0.10134705
	R.A.S.5	Incumplimiento de contratos y conflictos con los subcontratistas	0.00593391	0.0148605	0.01786353	0.01914326	0.10134705
			0.00593391	0.00936211	0.0151153	0.01914326	0.044339334
			0.00593391	0.0148605	0.01786353	0.01914326	0.10134705
Riesgos asociados a los proveedores	R.A.P.1	Demoras en el suministro de materiales, maquinaria o equipo	0.00593391	0.02229075	0.01740549	0.01531461	0.044339334
	R.A.P.2	Alta demanda de materiales en la zona	0.00593391	0.0089163	0.0225966	0.02680057	0.044339334
	R.A.P.3	Escasa disponibilidad de materiales o maquinaria	0.00593391	0.00980793	0.01969569	0.02680057	0.031670953
	R.A.P.4	Incremento de costo en los materiales	0.00593391	0.01664376	0.02809308	0.03828652	0.044339334
	R.A.P.5	Problemas de calidad de materiales	0.00593391	0.00980793	0.01832157	0.02680057	0.044339334
			0.00593391	0.0089163	0.01740549	0.01531461	0.031670953
			0.00593391	0.02229075	0.02809308	0.03828652	0.044339334
Riesgos político sociales	R.P.S.1	Cambio en la Ley y regulaciones	0.00593391	0.01069956	0.01236706	0.02680057	0.038005144
	R.P.S.2	Huelgas y conflictos laborales	0.00593391	0.01069956	0.01374118	0.01914326	0.044339334
	R.P.S.3	Corrupción y sobornos	0.00593391	0.01114537	0.01877961	0.01531461	0.044339334
	R.P.S.4	Conflictos e inestabilidad política	0.00593391	0.00936211	0.01374118	0.01914326	0.044339334
	R.P.S.5	Retrasos en las aprobaciones del proyecto	0.00593391	0.00980793	0.01923765	0.03062922	0.10134705
			0.00593391	0.00936211	0.01236706	0.01531461	0.038005144
			0.00593391	0.01114537	0.01923765	0.03062922	0.10134705
Riesgos socioculturales	R.SC.1	Conflictos debido a diferencias de ideología	0.00593391	0.00980793	0.01236706	0.01914326	0.050673525
	R.SC.2	Actos criminales (robo, vandalismo, etc.)	0.00593391	0.0089163	0.01832157	0.02680057	0.044339334
	R.SC.3	Conflictos viales ocasionados por la obra	0.00593391	0.01248282	0.01557334	0.01914326	0.050673525
	R.SC.4	Problema social imprevisto (bloqueo, daño al proyecto obra, etc.)	0.00593391	0.00802467	0.01328314	0.03062922	0.031670953
	R.SC.5	Daño a terceros durante la ejecución de la obra	0.00593391	0.00757885	0.01374118	0.01914326	0.044339334

	R.SC.6	Abuso de sustancias dentro de la obra	0.00593391	0.00847048	0.01465726	0.01531461	0.038005144
	R.SC.7	Presencia de grupos de oposición al proyecto	0.00593391	0.0089163	0.01694745	0.01914326	0.076010287
			0.00593391	0.00757885	0.01236706	0.01531461	0.031670953
			0.00593391	0.01248282	0.01832157	0.03062922	0.076010287
Riesgos de tipo económico	R.E.1	Fluctuación de la moneda	0.00593391	0.0089163	0.02198589	0.02680057	0.10134705
	R.E.2	Inflación y cambios repentinos de precios	0.00593391	0.01025374	0.01877961	0.02297191	0.044339334
	R.E.3	Incremento del costo de la obra	0.00593391	0.01114537	0.01877961	0.02297191	0.044339334
	R.E.4	Demoras en el pago por cambio en la administración gubernamental	0.00593391	0.01723818	0.02687164	0.04211517	0.10134705
	R.E.5	Escasez de oferta y disponibilidad de mano de obra	0.00593391	0.00936211	0.02442876	0.06891574	0.076010287
	R.E.6	Escasa disponibilidad de Equipo o maquinaria	0.00593391	0.0118884	0.01832157	0.03062922	0.076010287
			0.00593391	0.0089163	0.01832157	0.02297191	0.044339334
			0.00593391	0.01723818	0.02687164	0.06891574	0.10134705
Riesgos ambientales	R.A.1	Condiciones imprevistas del sitio	0.00593391	0.01307724	0.01557334	0.01531461	0.038005144
	R.A.2	Inclemencia inesperada (fenómenos naturales)	0.00593391	0.01604934	0.01923765	0.03062922	0.044339334
	R.A.3	Desastre o contingencia ambiental ocasionada por el proyecto	0.00593391	0.00980793	0.01832157	0.02680057	0.044339334
	R.A.4	Días de lluvia superiores a los esperados para el proyecto	0.00593391	0.01025374	0.01740549	0.02680057	0.044339334
	R.A.5	Falta de Gestión ambiental del proyecto	0.00593391	0.01025374	0.01740549	0.03062922	0.050673525
			0.00593391	0.00980793	0.01557334	0.01531461	0.038005144
			0.00593391	0.01604934	0.01923765	0.03062922	0.050673525
Otros riesgos	O.R.1	Retrasos por la resolución de cuestiones contractuales	0.00593391	0.01129398	0.01603138	0.01914326	0.076010287
	O.R.2	Existencia de conflictos de interés	0.00593391	0.01069956	0.01603138	0.01531461	0.031670953
	O.R.3	Problemas de acceso al sitio	0.00593391	0.0089163	0.01328314	0.01914326	0.031670953
	O.R.4	Contrato con clausulas imprecisas	0.00593391	0.00713304	0.0128251	0.01914326	0.031670953
	O.R.5	Aplicación de fianzas y seguros	0.00593391	0.00802467	0.01374118	0.01531461	0.031670953
	O.R.6	Negación de permisos	0.00593391	0.01367166	0.01648941	0.01914326	0.038005144
	O.R.7	Proceso de licitación previamente arreglado	0.00593391	0.01114537	0.01923765	0.02041948	0.10134705
			0.00593391	0.00713304	0.0128251	0.01531461	0.031670953
			0.00593391	0.01367166	0.01923765	0.02041948	0.10134705

Fuente: elaboración propia

Cálculo de las alternativas ideales y no ideales: Se determinaron las alternativas ideales y no ideales para cada criterio, que representan los mejores y peores valores posibles, respectivamente (ver tablas 15 y 16).

Tabla 15 Distancia a la alternativa ideal

Grupo de Riesgo	Clave	Factores de Riesgo	1 a 3 años	4 a 10 años	11 a 20 años	21 a 30 años	más de 30 años	Suma	Raíz
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.1	Demoras en la liberación del pago	0	9.3303E-05	0.00016842	0.00052771	0.0003611	0.00115053	0.03391949
	R.S.P.2	Programa de ejecución apretado	0	0.00012422	4.7205E-05	0.00013193	4.0122E-05	0.00034347	0.01853304
	R.S.P.3	No se tienen claras las funciones del personal	0	0	3.9396E-06	0	0	3.9396E-06	0.00198484
	R.S.P.4	Problemas con el acceso al sitio y derecho de vía]	0	3.0093E-36	0	5.8634E-05	4.0122E-05	9.8756E-05	0.00993762
	R.S.P.5	Liberación atrasada del anticipo	0	8.2172E-05	2.098E-05	6.5149E-06	0.0003611	0.00047077	0.02169712
	R.S.P.6	Se realizan convenios para incrementar volumen	0	9.7388E-06	5.245E-06	0	0.00256781	0.00258279	0.05082116
	R.S.P.7	Se realizan convenios para modificar plazo de ejecución]	0	1.8572E-05	3.3568E-06	0	0.00256781	0.00258974	0.05088944
	R.S.P.8	Intervención inapropiada de beneficiarios	0	3.0093E-36	3.3568E-06	1.4659E-05	0.00016049	0.0001785	0.01336051
	R.S.P.9	Omisión de la visita al sitio previo a la junta de aclaraciones	0	3.0093E-36	1.6994E-05	5.8634E-05	0.00016049	0.00023612	0.01536607
	R.S.P.10	Cambios en el alcance del proyecto	0	7.1749E-05	5.3709E-05	1.4659E-05	0.00016049	0.0003006	0.01733795
	R.S.P.11	Incumplimiento del contrato y conflictos	0	3.18E-06	3.5456E-05	1.4659E-05	0.00577756	0.00583086	0.07636006
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.1	Cambios frecuentes en el proyecto ejecutivo	0	0	1.028E-05	0	0.00144439	0.00145467	0.03814015
	R.A.D.2	Mal Diseño del proyecto ejecutivo	0	3.8955E-05	3.0211E-05	1.4659E-05	4.0122E-05	0.00012395	0.01113315
	R.A.D.3	Planos y especificaciones técnicas deficientes o incompletas	0	3.18E-06	2.098E-05	0.00013193	4.0122E-05	0.00019621	0.01400747
	R.A.D.4	Recursos limitados para construir el proyecto	0	3.18E-06	2.5386E-05	0	0.0040122	0.00404076	0.063567
	R.A.D.5	Limitaciones tecnológicas (BIM; TICS, etc.)	0	0	0	1.4659E-05	0	1.4659E-05	0.00382865
	R.A.D.6	Poca experiencia en obra relacionada con proyectos a desarrollar	0	7.95E-07	5.245E-06	1.4659E-05	0.0040122	0.0040329	0.06350508
	R.A.D.7	Poca capacidad técnica para el	0	1.2037E-35	2.098E-05	1.4659E-05	0.0040122	0.00404784	0.0636226

		desarrollo de proyectos							
	R.A.D.8	Errores humanos	0	1.9875E-05	2.098E-07	1.4659E-05	4.0122E-05	7.4865E-05	0.00865248
	R.A.D.9	Falta de estudios previos	0	4.9688E-06	1.3427E-05	1.4659E-05	4.0122E-05	7.3177E-05	0.00855433
	R.A.D.10	Presupuesto mal elaborado e incompleto	0	7.4289E-05	2.5386E-05	1.4659E-05	0.0040122	0.00412653	0.06423807
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.1	Pago de impuestos o fianzas muy elevado	0	2.4049E-05	3.3568E-06	1.6287E-06	0.00016049	0.00018952	0.01376671
	R.A.C.2	Problemas Técnicos durante el proceso de construcción	0	9.7388E-06	1.2037E-35	2.606E-05	0	3.5798E-05	0.00598318
	R.A.C.3	Accidentes durante la construcción	0	1.8572E-05	8.392E-07	1.6287E-06	0	2.104E-05	0.00458695
	R.A.C.4	Incompetencia de los contratistas	0	0	1.2037E-35	1.6287E-06	0	1.6287E-06	0.00127622
	R.A.C.5	Mala calidad de los trabajos (obra)	0	1.9875E-07	1.028E-05	1.6287E-06	0.00196598	0.00197808	0.04447566
	R.A.C.6	Baja productividad de mano de obra y equipo	0	1.3802E-05	0	1.6287E-06	0	1.5431E-05	0.00392822
	R.A.C.7	Empresa de reciente creaciÃ³n con poca experiencia	0	7.95E-07	1.8882E-06	0	0.00016049	0.00016317	0.01277384
	R.A.C.8	Se carece de planificación para la construcción del proyecto	0	7.95E-07	1.8882E-06	0	0.00016049	0.00016317	0.01277384
	R.A.C.9	Limitada disponibilidad de capital para iniciar la obra	0	4.9688E-06	3.3568E-06	7.9808E-05	0.00016049	0.00024862	0.01576773
	R.A.C.10	Falta de personal Capacitado para realizar los trabajos	0	9.7388E-06	1.8882E-06	1.6287E-06	0.00196598	0.00197923	0.04448856
Riesgos asociados a los subcontratistas	R.A.S.1	Mal desempeño de los subcontratistas	0	0	2.098E-07	0	0	2.098E-07	0.00045804
	R.A.S.2	Mala calidad del trabajo subcontratado en obra	0	9.7388E-06	1.8882E-06	0	0	1.1627E-05	0.00340984
	R.A.S.3	Baja productividad de mano de obra y equipo subcontratada	0	6.3821E-06	1.8882E-06	0	0	8.2703E-06	0.00287582
	R.A.S.4	Falta de personal especializado	0	1.7888E-06	0	0	0.00324988	0.00325167	0.0570234
	R.A.S.5	Incumplimiento de contratos y conflictos con los subcontratistas	0	3.0232E-05	7.5528E-06	0	0.00324988	0.00328766	0.05733816
Riesgos asociados a los proveedores	R.A.P.1	Demoras en el suministro de materiales, maquinaria o equipo	0	0.00017888	0	0	0.00016049	0.00033936	0.01842183
	R.A.P.2	Alta demanda de materiales en la zona	0	0	2.6948E-05	0.00013193	0.00016049	0.00031936	0.01787072

	R.A.P.3	Escasa disponibilidad de materiales o maquinaria	0	7.95E-07	5.245E-06	0.00013193	0	0.00013797	0.01174594
	R.A.P.4	Incremento de costo en los materiales	0	5.9714E-05	0.00011422	0.00052771	0.00016049	0.00086213	0.02936213
	R.A.P.5	Problemas de calidad de materiales	0	7.95E-07	8.392E-07	0.00013193	0.00016049	0.00029405	0.01714787
Riesgos político sociales	R.P.S.1	Cambio en la Ley y regulaciones	0	1.7888E-06	0	0.00013193	0	0.00013372	0.01156356
	R.P.S.2	Huelgas y conflictos laborales	0	1.7888E-06	1.8882E-06	1.4659E-05	4.0122E-05	5.8458E-05	0.00764575
	R.P.S.3	Corrupción y sobornos	0	3.18E-06	4.1121E-05	0	4.0122E-05	8.4423E-05	0.00918819
	R.P.S.4	Conflictos e inestabilidad política	0	0	1.8882E-06	1.4659E-05	4.0122E-05	5.6669E-05	0.00752786
	R.P.S.5	Retrasos en las aprobaciones del proyecto	0	1.9875E-07	4.7205E-05	0.00023454	0.0040122	0.00429414	0.06552967
Riesgos socioculturales	R.SC.1	Conflictos debido a diferencias de ideología	0	4.9688E-06	0	1.4659E-05	0.0003611	0.00038073	0.01951218
	R.SC.2	Actos criminales (robo, vandalismo, etc.)	0	1.7888E-06	3.5456E-05	0.00013193	0.00016049	0.00032966	0.01815654
	R.SC.3	Conflictos viales ocasionados por la obra	0	2.4049E-05	1.028E-05	1.4659E-05	0.0003611	0.00041009	0.02025056
	R.SC.4	Problema social imprevisto (bloqueo, daño al proyecto obra, etc.)	0	1.9875E-07	8.392E-07	0.00023454	0	0.00023558	0.01534846
	R.SC.5	Daño a terceros durante la ejecución de la obra	0	0	1.8882E-06	1.4659E-05	0.00016049	0.00017703	0.01330544
	R.SC.6	Abuso de sustancias dentro de la obra	0	7.95E-07	5.245E-06	0	4.0122E-05	4.6162E-05	0.00679426
	R.SC.7	Presencia de grupos de oposición al proyecto	0	1.7888E-06	2.098E-05	1.4659E-05	0.00196598	0.0020034	0.0447594
Riesgos de tipo económico	R.E.1	Fluctuación de la moneda	0	0	1.3427E-05	1.4659E-05	0.00324988	0.00327797	0.05725352
	R.E.2	Inflación y cambios repentinos de precios	0	1.7888E-06	2.098E-07	0	0	1.9986E-06	0.0014137
	R.E.3	Incremento del costo de la obra	0	4.9688E-06	2.098E-07	0	0	5.1786E-06	0.00227565
	R.E.4	Demoras en el pago por cambio en la administración gubernamental	0	6.9254E-05	7.3104E-05	0.00036646	0.00324988	0.0037587	0.06130825
	R.E.5	Escasez de oferta y disponibilidad de mano de obra	0	1.9875E-07	3.7298E-05	0.00211084	0.00100305	0.00315138	0.05613716
	R.E.6	Escasa disponibilidad de Equipo o maquinaria	0	8.8334E-06	0	5.8634E-05	0.00100305	0.00107052	0.03271876

Riesgos ambientales	R.A.1	Condiciones imprevistas del sitio	0	1.0688E-05	0	0	0	1.0688E-05	0.00326931
	R.A.2	Inclemencia inesperada (fenómenos naturales)	0	3.8955E-05	1.3427E-05	0.00023454	4.0122E-05	0.00032704	0.01808429
	R.A.3	Desastre o contingencia ambiental ocasionada por el proyecto	0	0	7.5528E-06	0.00013193	4.0122E-05	0.0001796	0.01340157
	R.A.4	Días de lluvia superiores a los esperados para el proyecto	0	1.9875E-07	3.3568E-06	0.00013193	4.0122E-05	0.0001756	0.01325159
	R.A.5	Falta de Gestión ambiental del proyecto	0	1.9875E-07	3.3568E-06	0.00023454	0.00016049	0.00039858	0.01996449
Otros riesgos	O.R.1	Retrasos por la resolución de cuestiones contractuales	0	1.7313E-05	1.028E-05	1.4659E-05	0.00196598	0.00200823	0.04481327
	O.R.2	Existencia de conflictos de interés	0	1.272E-05	1.028E-05	0	0	2.3E-05	0.00479586
	O.R.3	Problemas de acceso al sitio	0	3.18E-06	2.098E-07	1.4659E-05	0	1.8048E-05	0.00424834
	O.R.4	Contrato con clausulas imprecisas	0	0	0	1.4659E-05	4.8148E-35	1.4659E-05	0.00382865
	O.R.5	Aplicación de fianzas y seguros	0	7.95E-07	8.392E-07	0	0	1.6342E-06	0.00127836
	O.R.6	Negación de permisos	0	4.2754E-05	1.3427E-05	1.4659E-05	4.0122E-05	0.00011096	0.01053382
	O.R.7	Proceso de licitación previamente arreglado	0	1.6099E-05	4.1121E-05	2.606E-05	0.00485476	0.00493804	0.07027117

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16 Distancia a la alternativa no ideal

Grupo de Riesgo	**Clave**	**Factores de Riesgo**	**1 a 3 años**	**4 a 10 años**	**11 a 20 años**	**21 a 30 años**	**más de 30 años**	**Suma**	**Raíz**
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.1	Demoras en la liberación del pago	0	2.2083E-06	0	0	0.00324988	0.00325209	0.05702708
	R.S.P.2	Programa de ejecución apretado	0	0	3.7298E-05	0.00013193	0.00485476	0.00502398	0.07088006
	R.S.P.3	No se tienen claras las funciones del personal	0	0.00012422	0.00012084	0.00052771	0.00577756	0.00655034	0.08093415
	R.S.P.4	Problemas con el acceso al sitio y derecho de vía]	0	0.00012422	0.00016842	0.00023454	0.00485476	0.00538194	0.07336169
	R.S.P.5	Liberación atrasada del anticipo	0	4.3284E-06	7.0516E-05	0.00041696	0.00324988	0.00374168	0.06116927
	R.S.P.6	Se realizan convenios para incrementar volumen	0	6.4395E-05	0.00011422	0.00052771	0.00064195	0.00134828	0.03671893

	R.S.P.7	Se realizan convenios para modificar plazo de ejecución]	0	4.6729E-05	0.00012422	0.00052771	0.00064195	0.00134061	0.03661439
	R.S.P.8	Intervención inapropiada de beneficiarios	0	0.00012422	0.00012422	0.00036646	0.0040122	0.00462711	0.06802283
	R.S.P.9	Omisión de la visita al sitio previo a la junta de aclaraciones	0	0.00012422	7.8419E-05	0.00023454	0.0040122	0.00444937	0.06670361
	R.S.P.10	Cambios en el alcance del proyecto	0	7.155E-06	3.1913E-05	0.00036646	0.0040122	0.00441773	0.066466
	R.S.P.11	Incumplimiento del contrato y conflictos	0	8.7649E-05	4.9326E-05	0.00036646	0	0.00050344	0.02243747
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.1	Cambios frecuentes en el proyecto ejecutivo	0	7.4289E-05	5.245E-06	0.00013193	0.00064195	0.00085341	0.02921322
	R.A.D.2	Mal Diseño del proyecto ejecutivo	0	5.6534E-06	0	5.8634E-05	0.00324988	0.00331417	0.0575688
	R.A.D.3	Planos y especificaciones técnicas deficientes o incompletas	0	4.6729E-05	8.392E-07	0	0.00324988	0.00329745	0.0574234
	R.A.D.4	Recursos limitados para construir el proyecto	0	4.6729E-05	2.098E-07	0.00013193	0	0.00017887	0.01337406
	R.A.D.5	Limitaciones tecnológicas (BIM; TICS, etc.)	0	7.4289E-05	3.0211E-05	5.8634E-05	0.0040122	0.00417533	0.0646168
	R.A.D.6	Poca experiencia en obra relacionada con proyectos a desarrollar	0	5.9714E-05	1.028E-05	5.8634E-05	0	0.00012863	0.01134143
	R.A.D.7	Poca capacidad técnica para el desarrollo de proyectos	0	7.4289E-05	8.392E-07	5.8634E-05	0	0.00013376	0.01156556
	R.A.D.8	Errores humanos	0	1.7313E-05	2.5386E-05	5.8634E-05	0.00324988	0.00335121	0.05788966
	R.A.D.9	Falta de estudios previos	0	4.0832E-05	3.3568E-06	5.8634E-05	0.00324988	0.0033527	0.05790253
	R.A.D.10	Presupuesto mal elaborado e incompleto	0	0	2.098E-07	5.8634E-05	0	5.8844E-05	0.00767099
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.1	Pago de impuestos o fianzas muy elevado	0	0	1.8882E-06	5.8634E-05	0.00100305	0.00106357	0.03261245
	R.A.C.2	Problemas Técnicos durante el proceso de construcción	0	3.18E-06	1.028E-05	1.4659E-05	0.00196598	0.0019941	0.04465529
	R.A.C.3	Accidentes durante la construcción	0	3.5334E-07	5.245E-06	5.8634E-05	0.00196598	0.00203021	0.04505784
	R.A.C.4	Incompetencia de los contratistas	0	2.4049E-05	1.028E-05	5.8634E-05	0.00196598	0.00205894	0.04537554
	R.A.C.5	Mala calidad de los trabajos (obra)	0	1.9875E-05	0	5.8634E-05	0	7.8509E-05	0.00886055

	R.A.C.6	Baja productividad de mano de obra y equipo	0	1.4133E-06	1.028E-05	5.8634E-05	0.00196598	0.0020363	0.04512543
	R.A.C.7	Empresa de reciente creaciÃ³n con poca experiencia	0	1.6099E-05	3.3568E-06	7.9808E-05	0.00100305	0.00110231	0.03320109
	R.A.C.8	Se carece de planificación para la construcción del proyecto	0	1.6099E-05	3.3568E-06	7.9808E-05	0.00100305	0.00110231	0.03320109
	R.A.C.9	Limitada disponibilidad de capital para iniciar la obra	0	7.155E-06	1.8882E-06	0	0.00100305	0.00101209	0.0318134
	R.A.C.10	Falta de personal Capacitado para realizar los trabajos	0	3.18E-06	3.3568E-06	5.8634E-05	0	6.5171E-05	0.00807286
Riesgos asociados a los subcontratistas	R.A.S.1	Mal desempeño de los subcontratistas	0	3.0232E-05	5.245E-06	0	0.00324988	0.00328536	0.05731803
	R.A.S.2	Mala calidad del trabajo subcontratado en obra	0	5.6534E-06	1.8882E-06	0	0.00324988	0.00325742	0.05707382
	R.A.S.3	Baja productividad de mano de obra y equipo subcontratada	0	8.8334E-06	1.8882E-06	0	0.00324988	0.0032606	0.05710167
	R.A.S.4	Falta de personal especializado	0	1.7313E-05	7.5528E-06	0	0	2.4866E-05	0.0049866
	R.A.S.5	Incumplimiento de contratos y conflictos con los subcontratistas	0	0	0	0	0	0	0
Riesgos asociados a los proveedores	R.A.P.1	Demoras en el suministro de materiales, maquinaria o equipo	0	0	0.00011422	0.00052771	0	0.00064193	0.0253364
	R.A.P.2	Alta demanda de materiales en la zona	0	0.00017888	3.0211E-05	0.00013193	0	0.00034101	0.01846657
	R.A.P.3	Escasa disponibilidad de materiales o maquinaria	0	0.00015582	7.0516E-05	0.00013193	0.00016049	0.00051875	0.02277613
	R.A.P.4	Incremento de costo en los materiales	0	3.1888E-05	0	0	0	3.1888E-05	0.00564699
	R.A.P.5	Problemas de calidad de materiales	0	0.00015582	9.5482E-05	0.00013193	0	0.00038323	0.01957627
Riesgos político sociales	R.P.S.1	Cambio en la Ley y regulaciones	0	1.9875E-07	4.7205E-05	1.4659E-05	0.0040122	0.00407426	0.06382993
	R.P.S.2	Huelgas y conflictos laborales	0	1.9875E-07	3.0211E-05	0.00013193	0.00324988	0.00341222	0.05841418

	R.P.S.3	Corrupción y sobornos	0	0	2.098E-07	0.00023454	0.00324988	0.00348463	0.05903073
	R.P.S.4	Conflictos e inestabilidad política	0	3.18E-06	3.0211E-05	0.00013193	0.00324988	0.0034152	0.0584397
	R.P.S.5	Retrasos en las aprobaciones del proyecto	0	1.7888E-06	0	0	0	1.7888E-06	0.00133744
Riesgos socioculturales	R.SC.1	Conflictos debido a diferencias de ideología	0	7.155E-06	3.5456E-05	0.00013193	0.00064195	0.00081649	0.02857429
	R.SC.2	Actos criminales (robo, vandalismo, etc.)	0	1.272E-05	0	1.4659E-05	0.00100305	0.00103043	0.03210028
	R.SC.3	Conflictos viales ocasionados por la obra	0	0	7.5528E-06	0.00013193	0.00064195	0.00078143	0.0279541
	R.SC.4	Problema social imprevisto (bloqueo, daño al proyecto obra, etc.)	0	1.9875E-05	2.5386E-05	0	0.00196598	0.00201124	0.04484682
	R.SC.5	Daño a terceros durante la ejecución de la obra	0	2.4049E-05	2.098E-05	0.00013193	0.00100305	0.00118001	0.03435121
	R.SC.6	Abuso de sustancias dentro de la obra	0	1.6099E-05	1.3427E-05	0.00023454	0.00144439	0.00170845	0.04133345
	R.SC.7	Presencia de grupos de oposición al proyecto	0	1.272E-05	1.8882E-06	0.00013193	0	0.00014654	0.01210518
Riesgos de tipo económico	R.E.1	Fluctuación de la moneda	0	6.9254E-05	2.3871E-05	0.00177369	0	0.00186681	0.04320662
	R.E.2	Inflación y cambios repentinos de precios	0	4.8782E-05	6.5481E-05	0.00211084	0.00324988	0.00547498	0.07399309
	R.E.3	Incremento del costo de la obra	0	3.7122E-05	6.5481E-05	0.00211084	0.00324988	0.00546332	0.07391426
	R.E.4	Demoras en el pago por cambio en la administración gubernamental	0	0	0	0.00071827	0	0.00071827	0.02680057
	R.E.5	Escasez de oferta y disponibilidad de mano de obra	0	6.2032E-05	5.9676E-06	0	0.00064195	0.00070995	0.02664492
	R.E.6	Escasa disponibilidad de Equipo o maquinaria	0	2.862E-05	7.3104E-05	0.00146586	0.00064195	0.00220953	0.04700567
Riesgos ambientales	R.A.1	Condiciones imprevistas del sitio	0	8.8334E-06	1.3427E-05	0.00023454	0.00016049	0.00041729	0.02042757
	R.A.2	Inclemencia inesperada (fenómenos naturales)	0	0	0	0	4.0122E-05	4.0122E-05	0.00633419
	R.A.3	Desastre o contingencia	0	3.8955E-05	8.392E-07	1.4659E-05	4.0122E-05	9.4575E-05	0.00972496

		ambiental ocasionada por el proyecto							
	R.A.4	Días de lluvia superiores a los esperados para el proyecto	0	3.3589E-05	3.3568E-06	1.4659E-05	4.0122E-05	9.1726E-05	0.00957738
	R.A.5	Falta de Gestión ambiental del proyecto	0	3.3589E-05	3.3568E-06	0	0	3.6946E-05	0.0060783
Otros riesgos	O.R.1	Retrasos por la resolución de cuestiones contractuales	0	5.6534E-06	1.028E-05	1.6287E-06	0.00064195	0.00065951	0.025681
	O.R.2	Existencia de conflictos de interés	0	8.8334E-06	1.028E-05	2.606E-05	0.00485476	0.00489993	0.06999951
	O.R.3	Problemas de acceso al sitio	0	2.2613E-05	3.5456E-05	1.6287E-06	0.00485476	0.00491446	0.07010319
	O.R.4	Contrato con clausulas imprecisas	0	4.2754E-05	4.1121E-05	1.6287E-06	0.00485476	0.00494026	0.07028699
	O.R.5	Aplicación de fianzas y seguros	0	3.1888E-05	3.0211E-05	2.606E-05	0.00485476	0.00494292	0.07030589
	O.R.6	Negación de permisos	0	0	7.5528E-06	1.6287E-06	0.0040122	0.00402138	0.06341434
	O.R.7	Proceso de licitación previamente arreglado	0	6.3821E-06	0	0	0	6.3821E-06	0.00252628

Evaluación de la proximidad relativa: Se calculó la distancia entre cada factor de riesgo y las soluciones ideales y no ideales utilizando una medida de distancia, en este caso la distancia euclidiana (ver tabla 17).

Tabla 17 Evaluación de la proximidad relativa

Grupo de Riesgo	Clave	Factores de Riesgo	proximidad relativa
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.1	Demoras en la liberación del pago	0.62703937
	R.S.P.2	Programa de ejecución apretado	0.7927257
	R.S.P.3	No se tienen claras las funciones del personal	0.97606294
	R.S.P.4	Problemas con el acceso al sitio y derecho de vía]	0.88069986
	R.S.P.5	Liberación atrasada del anticipo	0.73816739
	R.S.P.6	Se realizan convenios para incrementar volumen	0.41945277
	R.S.P.7	Se realizan convenios para modificar plazo de ejecución]	0.41843188
	R.S.P.8	Intervención inapropiada de beneficiarios	0.83583236
	R.S.P.9	Omisión de la visita al sitio previo a la junta de aclaraciones	0.81276805
	R.S.P.10	Cambios en el alcance del proyecto	0.79311302
	R.S.P.11	Incumplimiento del contrato y conflictos	0.22710555

Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.1	Cambios frecuentes en el proyecto ejecutivo	0.43373066
	R.A.D.2	Mal Diseño del proyecto ejecutivo	0.83795008
	R.A.D.3	Planos y especificaciones técnicas deficientes o incompletas	0.80390176
	R.A.D.4	Recursos limitados para construir el proyecto	0.17382218
	R.A.D.5	Limitaciones tecnológicas (BIM; TICS, etc.)	0.94406273
	R.A.D.6	Poca experiencia en obra relacionada con proyectos a desarrollar	0.15152922
	R.A.D.7	Poca capacidad técnica para el desarrollo de proyectos	0.15382156
	R.A.D.8	Errores humanos	0.8699699
	R.A.D.9	Falta de estudios previos	0.87127999
	R.A.D.10	Presupuesto mal elaborado e incompleto	0.10667628
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.1	Pago de impuestos o fianzas muy elevado	0.70317035
	R.A.C.2	Problemas Técnicos durante el proceso de construcción	0.88184511
	R.A.C.3	Accidentes durante la construcción	0.90760462
	R.A.C.4	Incompetencia de los contratistas	0.97264375
	R.A.C.5	Mala calidad de los trabajos (obra)	0.16612641
	R.A.C.6	Baja productividad de mano de obra y equipo	0.91992
	R.A.C.7	Empresa de reciente creaciÃ³n con poca experiencia	0.72215637
	R.A.C.8	Se carece de planificación para la construcción del proyecto	0.72215637
	R.A.C.9	Limitada disponibilidad de capital para iniciar la obra	0.66861383
	R.A.C.10	Falta de personal Capacitado para realizar los trabajos	0.15358912
Riesgos asociados a los subcontratistas	R.A.S.1	Mal desempeño de los subcontratistas	0.99207216
	R.A.S.2	Mala calidad del trabajo subcontratado en obra	0.94362381
	R.A.S.3	Baja productividad de mano de obra y equipo subcontratada	0.95205175
	R.A.S.4	Falta de personal especializado	0.08041611
	R.A.S.5	Incumplimiento de contratos y conflictos con los subcontratistas	0
Riesgos asociados a los proveedores	R.A.P.1	Demoras en el suministro de materiales, maquinaria o equipo	0.57900883
	R.A.P.2	Alta demanda de materiales en la zona	0.50819886
	R.A.P.3	Escasa disponibilidad de materiales o maquinaria	0.65975552
	R.A.P.4	Incremento de costo en los materiales	0.16130052
	R.A.P.5	Problemas de calidad de materiales	0.53306276
Riesgos político sociales	R.P.S.1	Cambio en la Ley y regulaciones	0.84662387
	R.P.S.2	Huelgas y conflictos laborales	0.88426039
	R.P.S.3	Corrupción y sobornos	0.8653132
	R.P.S.4	Conflictos e inestabilidad política	0.88588535
	R.P.S.5	Retrasos en las aprobaciones del proyecto	0.02000153

Riesgos socioculturales	R.SC.1	Conflictos debido a diferencias de ideología	0.59422725
	R.SC.2	Actos criminales (robo, vandalismo, etc.)	0.63872481
	R.SC.3	Conflictos viales ocasionados por la obra	0.57990443
	R.SC.4	Problema social imprevisto (bloqueo, daño al proyecto obra, etc.)	0.74502223
	R.SC.5	Daño a terceros durante la ejecución de la obra	0.72080624
	R.SC.6	Abuso de sustancias dentro de la obra	0.85882852
	R.SC.7	Presencia de grupos de oposición al proyecto	0.21287737
Riesgos de tipo económico	R.E.1	Fluctuación de la moneda	0.43008721
	R.E.2	Inflación y cambios repentinos de precios	0.9812523
	R.E.3	Incremento del costo de la obra	0.9701319
	R.E.4	Demoras en el pago por cambio en la administración gubernamental	0.30417576
	R.E.5	Escasez de oferta y disponibilidad de mano de obra	0.32186817
	R.E.6	Escasa disponibilidad de Equipo o maquinaria	0.58960187
Riesgos ambientales	R.A.1	Condiciones imprevistas del sitio	0.8620363
	R.A.2	Inclemencia inesperada (fenómenos naturales)	0.25940149
	R.A.3	Desastre o contingencia ambiental ocasionada por el proyecto	0.42051118
	R.A.4	Días de lluvia superiores a los esperados para el proyecto	0.41952748
	R.A.5	Falta de Gestión ambiental del proyecto	0.23339665
Otros riesgos	O.R.1	Retrasos por la resolución de cuestiones contractuales	0.36429915
	O.R.2	Existencia de conflictos de interés	0.93588027
	O.R.3	Problemas de acceso al sitio	0.94286143
	O.R.4	Contrato con clausulas imprecisas	0.94834219
	O.R.5	Aplicación de fianzas y seguros	0.98214188
	O.R.6	Negación de permisos	0.85755133
	O.R.7	Proceso de licitación previamente arreglado	0.03470292

Clasificación de los factores de riesgo: Los factores de riesgo se clasificaron según su proximidad relativa a la solución ideal. Aquellos más cercanos a la solución ideal se consideran más preferibles de atender en términos de gestión de riesgos (ver tabla 18 y 19).

Tabla 18 Priorización de factores de riesgo según su proximidad relativa a la solución ideal por grupo de riesgo

Grupo de Riesgo	Clave	Factores de Riesgo	proximidad relativa
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.11	Incumplimiento del contrato y conflictos	0.22710555
	R.S.P.7	Se realizan convenios para modificar plazo de ejecución]	0.41843188

	R.S.P.6	Se realizan convenios para incrementar volumen	0.41945277
	R.S.P.1	Demoras en la liberación del pago	0.62703937
	R.S.P.5	Liberación atrasada del anticipo	0.73816739
	R.S.P.2	Programa de ejecución apretado	0.7927257
	R.S.P.10	Cambios en el alcance del proyecto	0.79311302
	R.S.P.9	Omisión de la visita al sitio previo a la junta de aclaraciones	0.81276805
	R.S.P.8	Intervención inapropiada de beneficiarios	0.83583236
	R.S.P.4	Problemas con el acceso al sitio y derecho de vía]	0.88069986
	R.S.P.3	No se tienen claras las funciones del personal	0.97606294
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.10	Presupuesto mal elaborado e incompleto	0.10667628
	R.A.D.6	Poca experiencia en obra relacionada con proyectos a desarrollar	0.15152922
	R.A.D.7	Poca capacidad técnica para el desarrollo de proyectos	0.15382156
	R.A.D.4	Recursos limitados para construir el proyecto	0.17382218
	R.A.D.1	Cambios frecuentes en el proyecto ejecutivo	0.43373066
	R.A.D.3	Planos y especificaciones técnicas deficientes o incompletas	0.80390176
	R.A.D.2	Mal Diseño del proyecto ejecutivo	0.83795008
	R.A.D.8	Errores humanos	0.8699699
	R.A.D.9	Falta de estudios previos	0.87127999
	R.A.D.5	Limitaciones tecnológicas (BIM; TICS, etc.)	0.94406273
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.10	Falta de personal Capacitado para realizar los trabajos	0.15358912
	R.A.C.5	Mala calidad de los trabajos (obra)	0.16612641
	R.A.C.9	Limitada disponibilidad de capital para iniciar la obra	0.66861383
	R.A.C.1	Pago de impuestos o fianzas muy elevado	0.70317035
	R.A.C.7	Empresa de reciente creaciÃ³n con poca experiencia	0.72215637
	R.A.C.8	Se carece de planificación para la construcción del proyecto	0.72215637
	R.A.C.2	Problemas Técnicos durante el proceso de construcción	0.88184511
	R.A.C.3	Accidentes durante la construcción	0.90760462
	R.A.C.6	Baja productividad de mano de obra y equipo	0.91992
	R.A.C.4	Incompetencia de los contratistas	0.97264375
Riesgos asociados a los subcontratistas	R.A.S.5	Incumplimiento de contratos y conflictos con los subcontratistas	0
	R.A.S.4	Falta de personal especializado	0.08041611
	R.A.S.2	Mala calidad del trabajo subcontratado en obra	0.94362381
	R.A.S.3	Baja productividad de mano de obra y equipo subcontratada	0.95205175
	R.A.S.1	Mal desempeño de los subcontratistas	0.99207216
Riesgos asociados a los proveedores	R.A.P.4	Incremento de costo en los materiales	0.16130052
	R.A.P.2	Alta demanda de materiales en la zona	0.50819886

	R.A.P.5	Problemas de calidad de materiales	0.53306276
	R.A.P.1	Demoras en el suministro de materiales, maquinaria o equipo	0.57900883
	R.A.P.3	Escasa disponibilidad de materiales o maquinaria	0.65975552
Riesgos político sociales	R.P.S.5	Retrasos en las aprobaciones del proyecto	0.02000153
	R.P.S.1	Cambio en la Ley y regulaciones	0.84662387
	R.P.S.3	Corrupción y sobornos	0.8653132
	R.P.S.2	Huelgas y conflictos laborales	0.88426039
	R.P.S.4	Conflictos e inestabilidad política	0.88588535
Riesgos socioculturales	R.SC.7	Presencia de grupos de oposición al proyecto	0.21287737
	R.SC.3	Conflictos viales ocasionados por la obra	0.57990443
	R.SC.1	Conflictos debido a diferencias de ideología	0.59422725
	R.SC.2	Actos criminales (robo, vandalismo, etc.)	0.63872481
	R.SC.5	Daño a terceros durante la ejecución de la obra	0.72080624
	R.SC.4	Problema social imprevisto (bloqueo, daño al proyecto obra, etc.)	0.74502223
	R.SC.6	Abuso de sustancias dentro de la obra	0.85882852
Riesgos de tipo económico	R.E.4	Demoras en el pago por cambio en la administración gubernamental	0.30417576
	R.E.5	Escasez de oferta y disponibilidad de mano de obra	0.32186817
	R.E.1	Fluctuación de la moneda	0.43008721
	R.E.6	Escasa disponibilidad de Equipo o maquinaria	0.58960187
	R.E.3	Incremento del costo de la obra	0.9701319
	R.E.2	Inflación y cambios repentinos de precios	0.9812523
Riesgos ambientales	R.A.5	Falta de Gestión ambiental del proyecto	0.23339665
	R.A.2	Inclemencia inesperada (fenómenos naturales)	0.25940149
	R.A.4	Días de lluvia superiores a los esperados para el proyecto	0.41952748
	R.A.3	Desastre o contingencia ambiental ocasionada por el proyecto	0.42051118
	R.A.1	Condiciones imprevistas del sitio	0.8620363
Otros riesgos	O.R.7	Proceso de licitación previamente arreglado	0.03470292
	O.R.1	Retrasos por la resolución de cuestiones contractuales	0.36429915
	O.R.6	Negación de permisos	0.85755133
	O.R.2	Existencia de conflictos de interés	0.93588027
	O.R.3	Problemas de acceso al sitio	0.94286143
	O.R.4	Contrato con clausulas imprecisas	0.94834219
	O.R.5	Aplicación de fianzas y seguros	0.98214188

Tabla 19 Categorización general de factores de riesgo según su proximidad relativa a la solución ideal

Grupo de Riesgo	Clave	Factores de Riesgo	proximidad relativa
Riesgos asociados a los subcontratistas	R.A.S.5	Incumplimiento de contratos y conflictos con los subcontratistas	0
Riesgos político sociales	R.P.S.5	Retrasos en las aprobaciones del proyecto	0.020001532
Otros riesgos	O.R.7	Proceso de licitación previamente arreglado	0.034702924
Riesgos asociados a los subcontratistas	R.A.S.4	Falta de personal especializado	0.080416114
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.10	Presupuesto mal elaborado e incompleto	0.106676277
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.6	Poca experiencia en obra relacionada con proyectos a desarrollar	0.151529217
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.10	Falta de personal Capacitado para realizar los trabajos	0.153589122
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.7	Poca capacidad técnica para el desarrollo de proyectos	0.153821564
Riesgos asociados a los proveedores	R.A.P.4	Incremento de costo en los materiales	0.161300519
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.5	Mala calidad de los trabajos (obra)	0.166126407
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.4	Recursos limitados para construir el proyecto	0.173822184
Riesgos socioculturales	R.SC.7	Presencia de grupos de oposición al proyecto	0.212877373
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.11	Incumplimiento del contrato y conflictos	0.227105554
Riesgos ambientales	R.A.5	Falta de Gestión ambiental del proyecto	0.23339665
Riesgos ambientales	R.A.2	Inclemencia inesperada (fenómenos naturales)	0.25940149
Riesgos de tipo económico	R.E.4	Demoras en el pago por cambio en la administración gubernamental	0.304175756
Riesgos de tipo económico	R.E.5	Escasez de oferta y disponibilidad de mano de obra	0.321868173
Otros riesgos	O.R.1	Retrasos por la resolución de cuestiones contractuales	0.364299147
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.7	Se realizan convenios para modificar plazo de ejecución]	0.418431877
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.6	Se realizan convenios para incrementar volumen	0.419452773
Riesgos ambientales	R.A.4	Días de lluvia superiores a los esperados para el proyecto	0.419527483
Riesgos ambientales	R.A.3	Desastre o contingencia ambiental ocasionada por el proyecto	0.42051118
Riesgos de tipo económico	R.E.1	Fluctuación de la moneda	0.430087208
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.1	Cambios frecuentes en el proyecto ejecutivo	0.433730655
Riesgos asociados a los proveedores	R.A.P.2	Alta demanda de materiales en la zona	0.508198862
Riesgos asociados a los proveedores	R.A.P.5	Problemas de calidad de materiales	0.53306276
Riesgos asociados a los proveedores	R.A.P.1	Demoras en el suministro de materiales, maquinaria o equipo	0.579008831
Riesgos socioculturales	R.SC.3	Conflictos viales ocasionados por la obra	0.579904428
Riesgos de tipo económico	R.E.6	Escasa disponibilidad de Equipo o maquinaria	0.589601868
Riesgos socioculturales	R.SC.1	Conflictos debido a diferencias de ideología	0.594227245
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.1	Demoras en la liberación del pago	0.627039373
Riesgos socioculturales	R.SC.2	Actos criminales (robo, vandalismo, etc.)	0.638724814
Riesgos asociados a los proveedores	R.A.P.3	Escasa disponibilidad de materiales o maquinaria	0.659755519
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.9	Limitada disponibilidad de capital para iniciar la obra	0.668613825
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.1	Pago de impuestos o fianzas muy elevado	0.703170348
Riesgos socioculturales	R.SC.5	Daño a terceros durante la ejecución de la obra	0.720806242
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.7	Empresa de reciente creaciÃ³n con poca experiencia	0.722156371
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.8	Se carece de planificación para la construcción del proyecto	0.722156371
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.5	Liberación atrasada del anticipo	0.738167392
Riesgos socioculturales	R.SC.4	Problema social imprevisto (bloqueo, daño al proyecto obra, etc.)	0.745022225
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.2	Programa de ejecución apretado	0.792725697
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.10	Cambios en el alcance del proyecto	0.793113022

Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.3	Planos y especificaciones técnicas deficientes o incompletas	0.803901757
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.9	Omisión de la visita al sitio previo a la junta de aclaraciones	0.812768052
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.8	Intervención inapropiada de beneficiarios	0.835832363
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.2	Mal Diseño del proyecto ejecutivo	0.837950078
Riesgos político sociales	R.P.S.1	Cambio en la Ley y regulaciones	0.846623867
Otros riesgos	O.R.6	Negación de permisos	0.857551333
Riesgos socioculturales	R.SC.6	Abuso de sustancias dentro de la obra	0.858828518
Riesgos ambientales	R.A.1	Condiciones imprevistas del sitio	0.862036295
Riesgos político sociales	R.P.S.3	Corrupción y sobornos	0.8653132
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.8	Errores humanos	0.869969898
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.9	Falta de estudios previos	0.871279987
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.4	Problemas con el acceso al sitio y derecho de vía]	0.880699861
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.2	Problemas Técnicos durante el proceso de construcción	0.881845109
Riesgos político sociales	R.P.S.2	Huelgas y conflictos laborales	0.884260392
Riesgos político sociales	R.P.S.4	Conflictos e inestabilidad política	0.885885355
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.3	Accidentes durante la construcción	0.907604623
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.6	Baja productividad de mano de obra y equipo	0.919919999
Otros riesgos	O.R.2	Existencia de conflictos de interés	0.935880274
Otros riesgos	O.R.3	Problemas de acceso al sitio	0.942861429
Riesgos asociados a los subcontratistas	R.A.S.2	Mala calidad del trabajo subcontratado en obra	0.943623811
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.5	Limitaciones tecnológicas (BIM; TICS, etc.)	0.944062727
Otros riesgos	O.R.4	Contrato con clausulas imprecisas	0.948342188
Riesgos asociados a los subcontratistas	R.A.S.3	Baja productividad de mano de obra y equipo subcontratada	0.952051755
Riesgos de tipo económico	R.E.3	Incremento del costo de la obra	0.970131897
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.4	Incompetencia de los contratistas	0.972643747
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.3	No se tienen claras las funciones del personal	0.976062938
Riesgos de tipo económico	R.E.2	Inflación y cambios repentinos de precios	0.981252302
Otros riesgos	O.R.5	Aplicación de fianzas y seguros	0.982141884
Riesgos asociados a los subcontratistas	R.A.S.1	Mal desempeño de los subcontratistas	0.992072163

El proceso de categorización de factores de riesgo a través de TOPSIS implica una cuidadosa evaluación y priorización de los riesgos en función de múltiples criterios. Al seguir estos pasos, las organizaciones y partes involucradas en los proyectos de infraestructura vial pueden identificar y abordar eficazmente los riesgos más críticos para su éxito a largo plazo.

Al presentar los resultados de la categorización de los factores de riesgo a través de TOPSIS, se proporciona una visión clara y estructurada del proceso y los hallazgos, lo que facilita su comprensión y su aplicación en la toma de decisiones.

3.4. Estimación de la relación porcentual de los costos que pueden implicar de no ser gestionados correctamente a partir de metodología existente.

Análisis cuantitativo de riesgos

En esta etapa para realizar un análisis cuantitativo se tomó como referencia una obra vial de 1.5 MDP para aplicar las técnicas de análisis cuantitativo y debido a que no se tienen registros asociados a este tipo de proyecto se recurrió a la experiencia de expertos para poder estimar y tener una aproximación real a los costos que pueden implicar los riesgos de presentarse en una obra de este tipo.

a) Análisis mediante árbol de decisión

Para la elaboración de árboles de decisión para un análisis de riesgo cuantitativo se consideraron para todos los factores de riesgo los siguientes pasos clave:

a) **Definición del problema:** Este es el primer paso crucial. aquí, se identificaron y definieron claramente los objetivos del análisis de riesgo, el cual consiste en determinar diferentes escenarios que pudieran presentarse y estimar el valor esperado a partir de los datos proporcionados por los expertos.
b) Identificación de las decisiones y eventos: Se identifican todas las decisiones que deben tomarse y los eventos que podrían ocurrir en el contexto de cada factor de riesgo. Para esto se consideró un análisis aleatorio y determinista.
c) Determinación de las consecuencias: Para cada posible resultado de los eventos identificados, se determinaron las consecuencias asociadas. Esto implicó evaluar el impacto cuantitativo de cada resultado en relación con los objetivos del proyecto.
d) **Construcción del árbol de decisiones:** Usando la información recopilada en los pasos anteriores, se construyeron los árboles de decisiones. En este árbol, los nodos representan los puntos de decisión y los eventos, mientras que las ramas representan las diferentes opciones y resultados posibles.
e) **Asignación de probabilidades y valores:** Se asignaron probabilidades de ocurrencia a los eventos aleatorios y se evaluaron los valores asociados con las consecuencias de cada evento. Esto implicó a menudo el uso de datos históricos, expertos en el tema o modelos probabilísticos para asignar estas probabilidades y valores.
f) Análisis del árbol de decisiones: Una vez construido el árbol y asignadas las probabilidades y valores, se realizó un análisis detallado por cada factor de riesgo para evaluar la estructura del árbol y así calcular medidas de interés, como el valor esperado, que ayudan a tomar decisiones óptimas.

g) Sensibilidad y análisis de escenarios: Se llevó a cabo un análisis de sensibilidad para evaluar cómo cambian las decisiones óptimas en respuesta a cambios en las probabilidades o valores asociados con los eventos. Además, se pueden realizar análisis de escenarios para explorar cómo diferentes condiciones podrían afectar las decisiones.

h) Toma de decisiones: Finalmente, se utiliza la información proporcionada por el árbol de decisiones y los análisis asociados para tomar decisiones informadas sobre cómo abordar los riesgos identificados.

Es importante destacar que este proceso es iterativo y puede requerir ajustes a medida que se obtiene más información o cambian las circunstancias. Además, la construcción de un árbol de decisiones efectivo a menudo requiere la colaboración de expertos en el dominio relevante y el uso de herramientas especializadas de análisis de riesgos. Los Árboles de decisión resultantes se pueden visualizar en el (anexo II)

b) Análisis mediante Simulación de Monte Carlo

La simulación de Monte Carlo es una técnica estadística utilizada en análisis de riesgo cuantitativo para modelar el impacto de la incertidumbre en los resultados de un sistema. A continuación, se describe el proceso general:

a) **Definición del modelo:** El primer paso consistió en definir un modelo matemático que represente el impacto de cada factor de riesgo para lo cual se tomó en consideración datos recopilados durante las encuestas y la experiencia de expertos. Se buscó en su mayoría incluir todas las variables relevantes y sus relaciones.

b) Identificación de las variables de entrada: En este paso se identificaron todas las variables de entrada del modelo que tienen algún grado de incertidumbre asociada. Estas variables fueron probabilidades de ocurrencia y los costos de riesgo estimados, recopilados con ayuda de expertos expresados en tres tipos: costos de riesgo mínimos, probables y máximos.

c) Distribución de probabilidad: Debido a que durante el proceso de identificación de variables de entrada se obtuvo de los expertos valores mínimos, más probables y máximos de costo de riesgo se realizará la simulación con una distribución triangular, debido a que no se tiene un registro preciso de riesgos y se tienen datos limitados y para este tipo de análisis se recomienda emplear este tipo de distribución.

d) **Generación de valores aleatorios:** Se generaron valores aleatorios para cada variable de entrada utilizando las distribuciones de probabilidad seleccionadas en el paso anterior.

e) **Evaluación del modelo:** Se ejecutó el modelo utilizando los valores aleatorios generados para las variables de entrada. Esto implicó calcular los resultados del modelo en función de estos valores.

f) **Repetición de la simulación:** Se repitió el proceso de generación de valores aleatorios y evaluación del modelo 10,000 veces por cada factor de riesgo.

g) **Análisis de resultados:** Una vez completadas todas las simulaciones, se analizan los resultados obtenidos. Estos incluyen medidas de interés como la media, la desviación estándar, percentiles, etc.

h) **Toma de decisiones:** Finalmente, con los resultados de la simulación se pueden tomar decisiones informadas sobre la importancia que puede tener el prevenir o mitigar algún factor de riesgo asociado al proyecto. Esto puede implicar la identificación de riesgos, la evaluación de estrategias de mitigación de riesgos, la optimización de decisiones, etc.

Derivado del proceso se análisis se concluye que simulación de Monte Carlo es especialmente útil cuando el sistema o proceso analizado es complejo y está sujeto a múltiples fuentes de incertidumbre. Al realizar múltiples iteraciones con valores aleatorios para las variables de entrada, se puede obtener una comprensión más completa de la distribución de probabilidad de los resultados finales y de cómo estas incertidumbres pueden afectar las decisiones y los resultados. A continuación, se muestran los valores resultantes de la simulación de Montecarlo para el cálculo de la media, máxima y mínima por grupo de factor de riesgo.

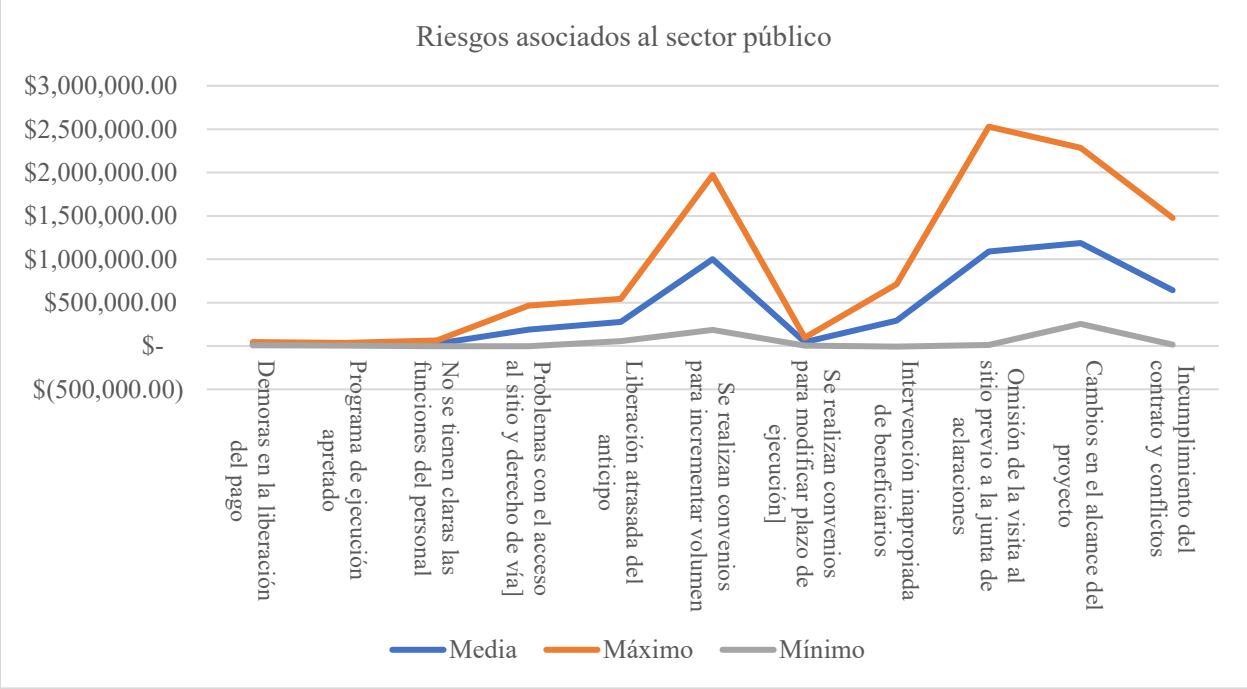


Figura 22 valores de la media, máxima y mínima de los riesgos asociados al sector público.

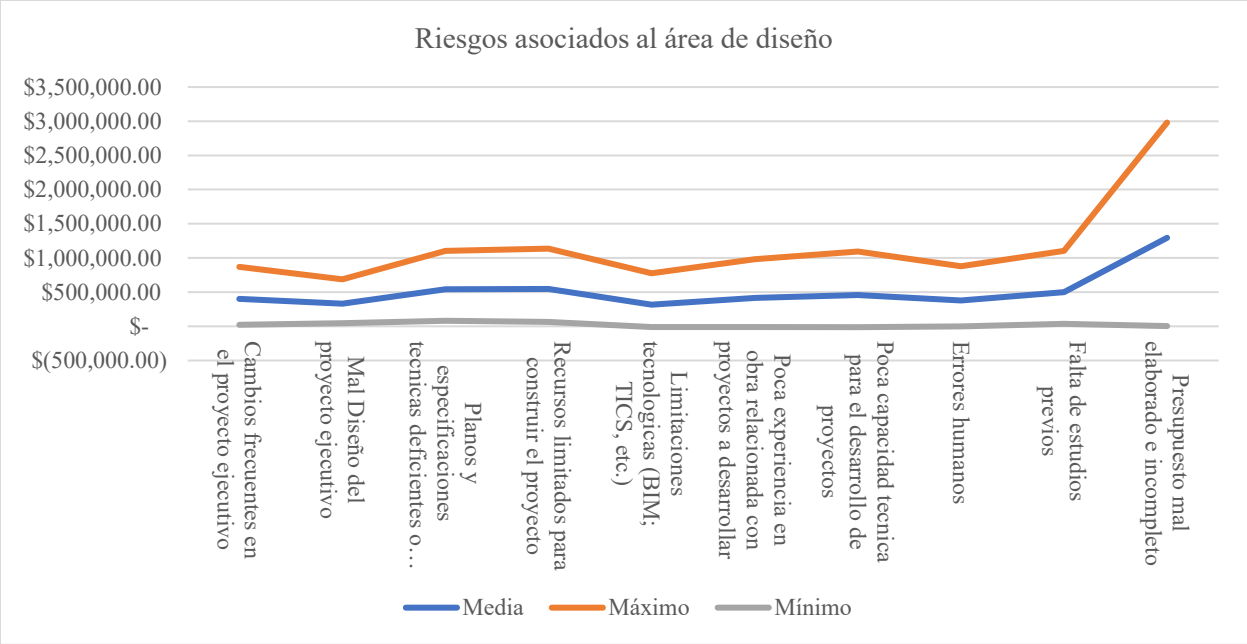


Figura 23 valores de la media, máxima y mínima de los riesgos asociados al área de diseño.

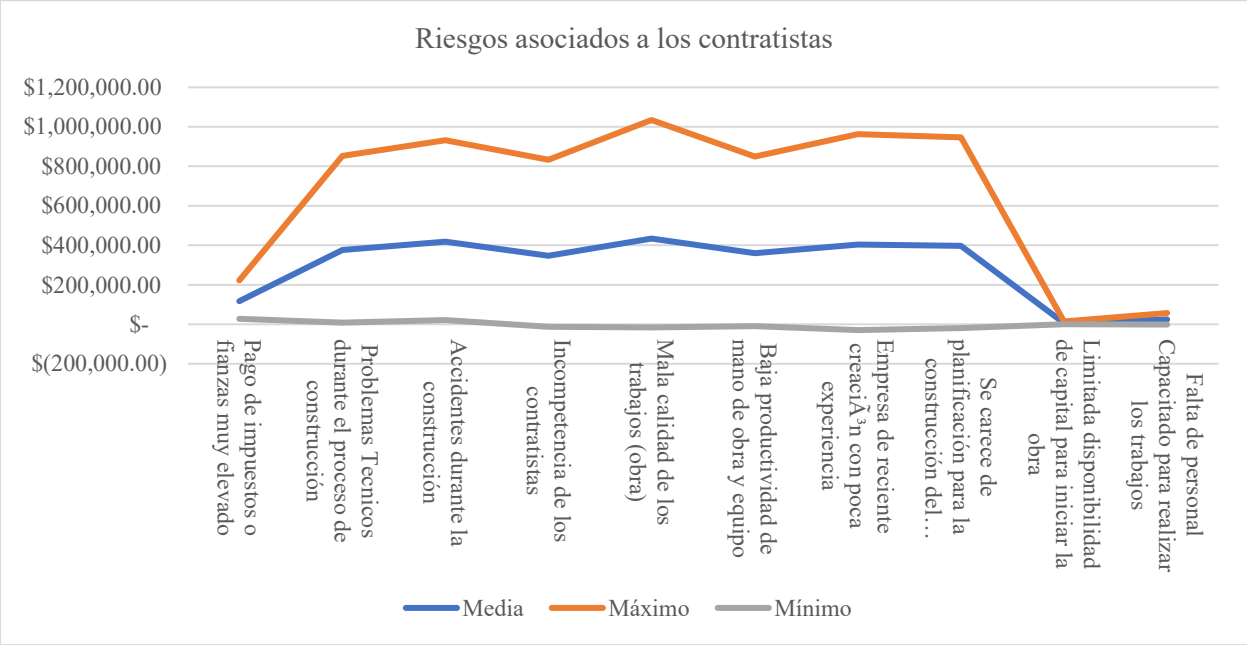


Figura 24 valores de la media, máxima y mínima de los riesgos asociados a los contratistas

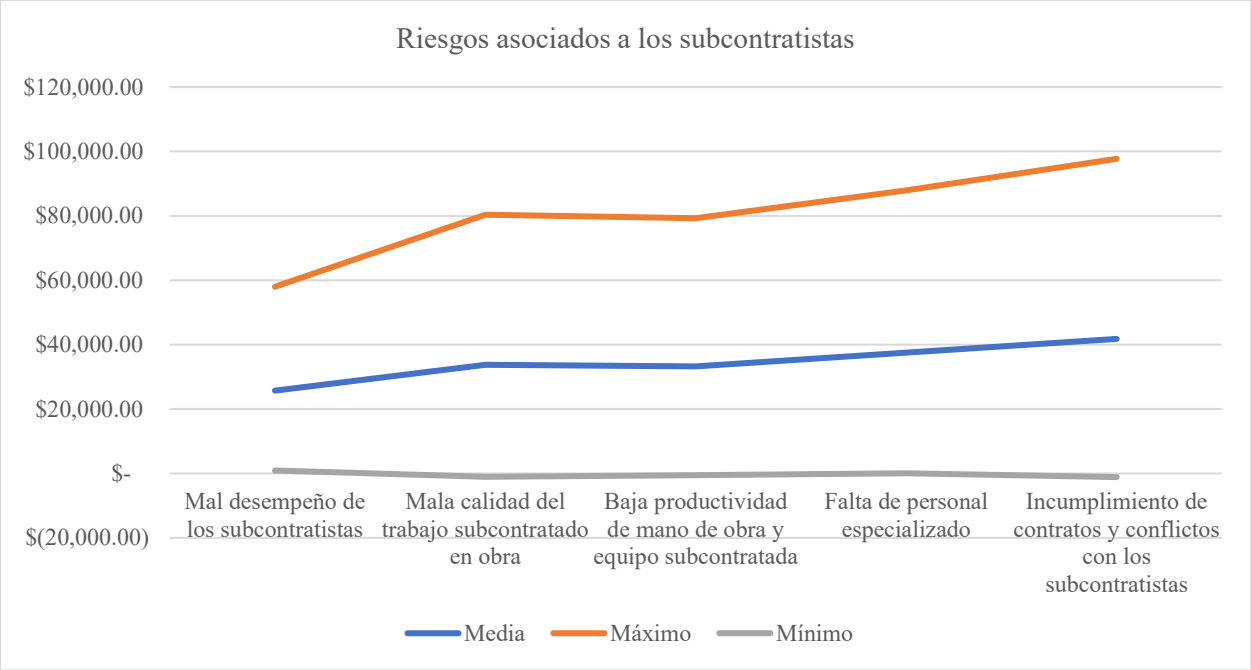


Figura 25 valores de la media, máxima y mínima de los riesgos asociados a los subcontratistas

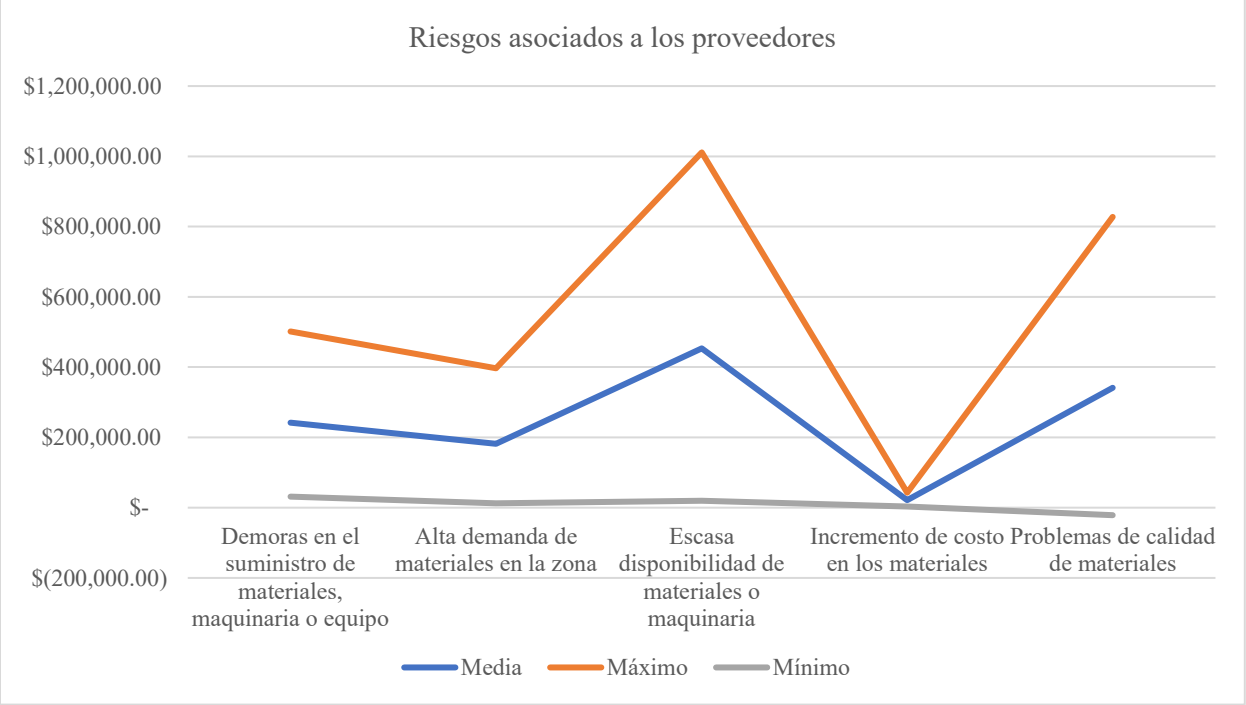


Figura 26 valores de la media, máxima y mínima de los riesgos asociados a los proveedores

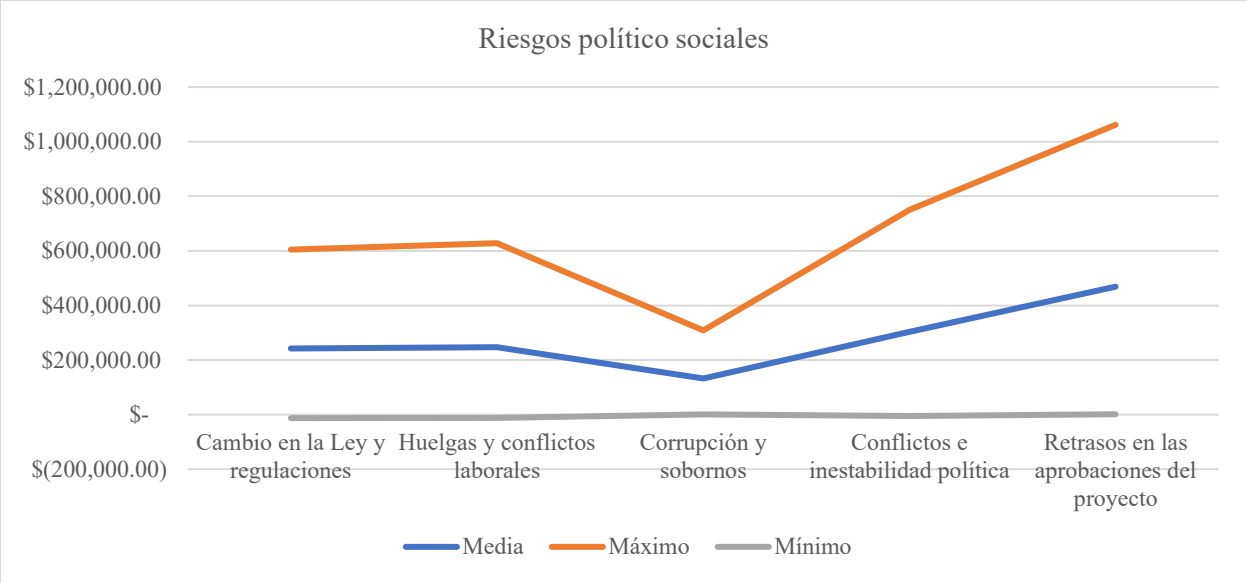


Figura 27 valores de la media, máxima y mínima de los riesgos políticos sociales

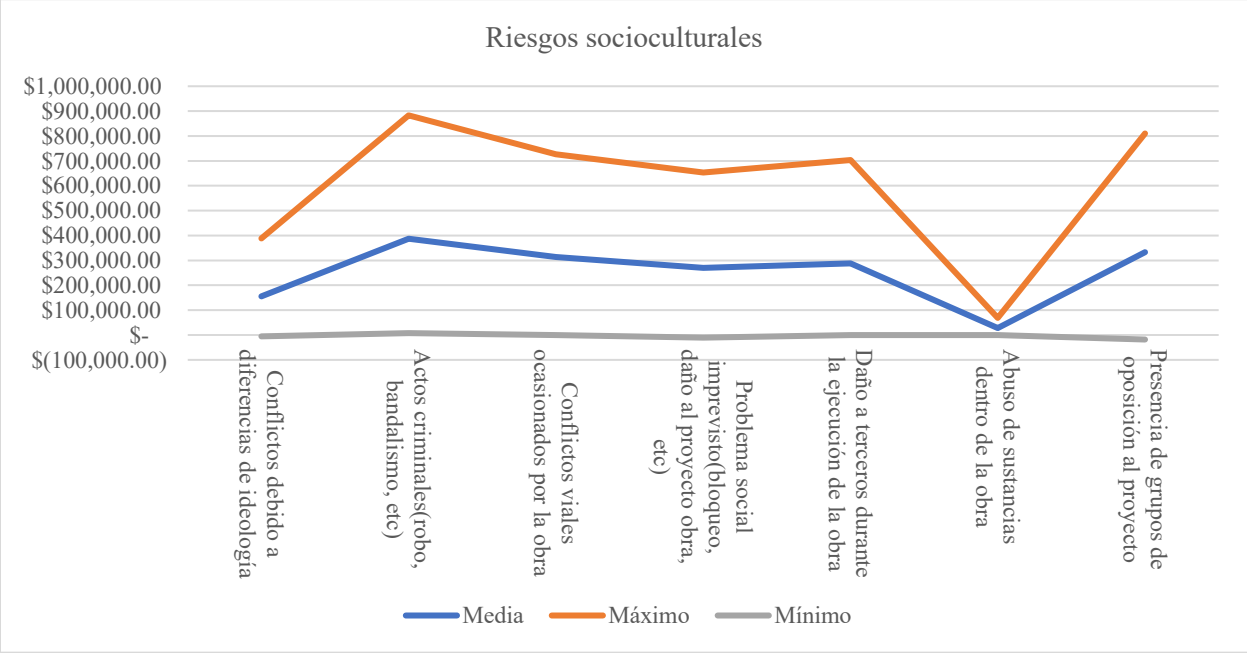


Figura 28 valores de la media, máxima y mínima de los riesgos socioculturales

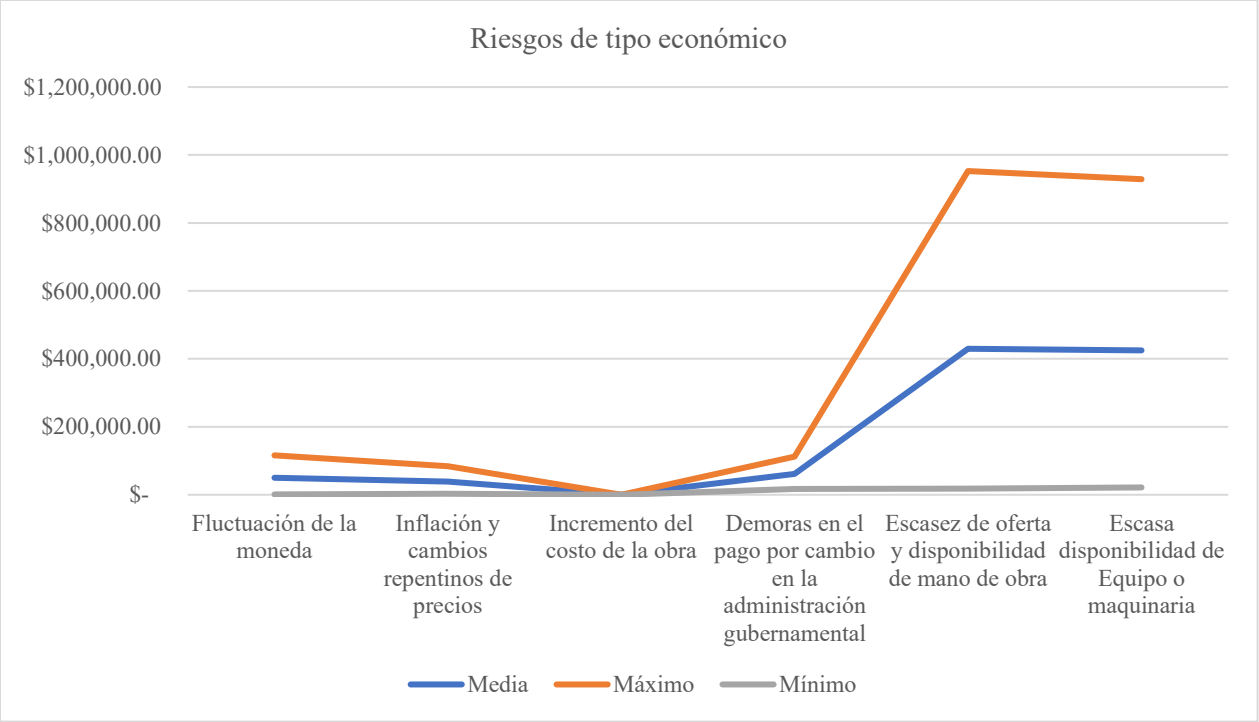


Figura 29 valores de la media, máxima y mínima de los riesgos de tipo económico

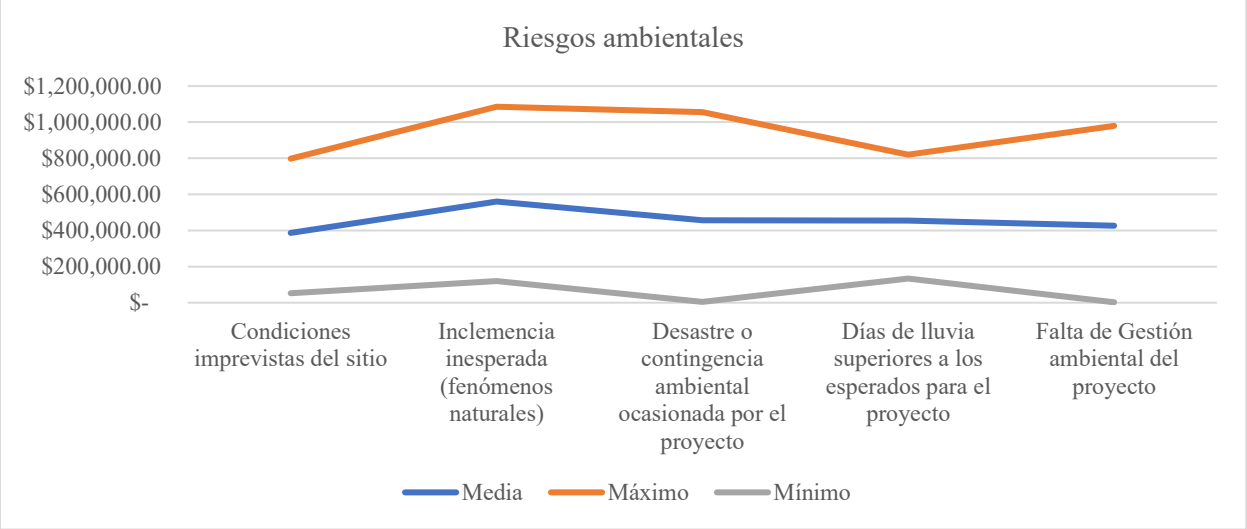


Figura 30 valores de la media, máxima y mínima de los riesgos ambientales

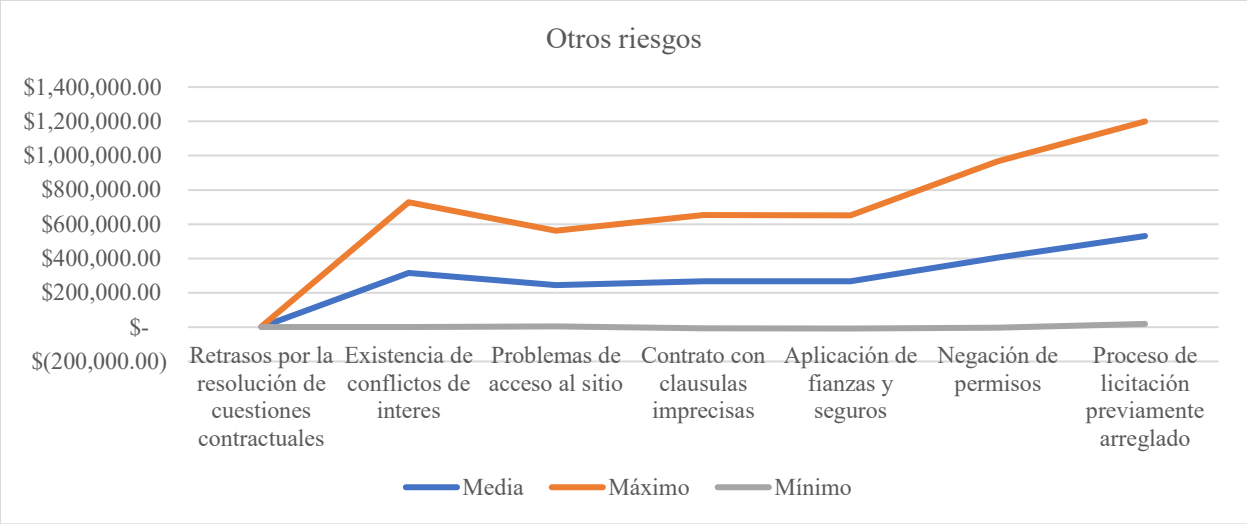


Figura 31 valores de la media, máxima y mínima de otros riesgos

c) Cálculo del Valor monetario esperado

A continuación, se describe el procedimiento para el cálculo del valor monetario esperado (VME)

a) **Identificación y definición del riesgo:** Esta etapa, se realizó durante la primera fase del análisis cualitativo y se definió el riesgo en cuestión. Esto implicó comprender claramente la naturaleza del riesgo, sus posibles causas e impactos en los objetivos del proyecto o de la organización.

b) **Análisis de consecuencias:** Una vez habiendo definido el riesgo, se procedió a analizar las posibles consecuencias que podrían surgir si el riesgo se materializa. Esto implica identificar todas las posibles ramificaciones del riesgo y determinar cómo afectarían los objetivos del proyecto u organización.

c) **Estimación de la probabilidad de ocurrencia:** En esta etapa, se estimó la probabilidad de que el riesgo se materialice. Los parámetros de probabilidad fueron tomados de información recopilada durante la fase de análisis cualitativo de riesgos.

d) **Evaluación del impacto financiero**: Una vez que se estimó la probabilidad de ocurrencia del riesgo, se procedió a evaluar el impacto financiero asociado con cada posible factor del riesgo. Esto implicó cuantificar en qué medida de materializarse el riesgo podía impactar en los costos del proyecto, así como cualquier otro impacto financiero relevante que pueda surgir. Para este punto se tomaron un costo de riesgo mínimo, uno intermedio y otro máximo.

e) **Cálculo del VME:** Con la probabilidad de ocurrencia y el Costo de Riesgo estimados para cada posible consecuencia del riesgo, se procedió a calcular el VME. Esto se realizó multiplicando la

probabilidad de ocurrencia de cada consecuencia por su impacto financiero y sumando estos valores para todas las posibles consecuencias. El resultado obtenido el valor monetario esperado del riesgo.

f) **Interpretación y comunicación de resultados:** Una vez ya calculado el VME, se pueden interpretar los resultados y explicar el impacto financiero esperado del riesgo, así como cualquier otro aspecto relevante que pueda influir en la toma de decisiones.

De igual forma con este valor se pueden tomar decisiones informadas sobre cómo gestionar el riesgo. Esto puede implicar la implementación de estrategias de mitigación para reducir la probabilidad de ocurrencia o el impacto financiero del riesgo, la transferencia del riesgo a terceros a través de seguros u otros mecanismos, o la aceptación del riesgo con planes de contingencia en su lugar.

Cabe mencionar que este proceso es iterativo y puede requerir ajustes a medida que se obtiene nueva información o cambian las circunstancias del proyecto. La gestión eficaz del riesgo implica un enfoque proactivo y continuo para identificar, evaluar y mitigar los riesgos que puedan afectar el éxito de un proyecto vial.

El proceso de cálculo se realizó para los dos métodos de análisis cuantitativos Árbol de decisión y Simulación de Montecarlo.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Después de realizar un exhaustivo análisis de los riesgos asociados a los proyectos de infraestructura vial, se han identificado varios factores que podrían tener un impacto significativo en su ejecución y resultados.

De acuerdo con el análisis cualitativo de riesgo los factores de riesgo más probables y comunes de presentarse en los proyectos de infraestructura vial quedarían categorizados de la siguiente manera (de mayor a menor) y para poder minimizarlos se establecen las siguientes recomendaciones para en su caso evitar o mitigar riesgos (ver tabla 20):

Tabla 20 Recomendaciones para cada factor de riesgo

Grupo de Riesgo	Clave	Factores de Riesgo	Recomendaciones para evitar y mitigar riesgo
Riesgos asociados a los subcontratistas	R.A.S.5	Incumplimiento de contratos y conflictos con los subcontratistas	• Establecer cláusulas claras y detalladas en los contratos que especifiquen las obligaciones y responsabilidades de todas las partes involucradas. • Realizar una revisión exhaustiva de los antecedentes y la reputación de los subcontratistas antes de la adjudicación del contrato. • Establecer un sistema de gestión de contratos eficaz para monitorear el cumplimiento y abordar los problemas de manera oportuna.
Riesgos político sociales	R.P.S.5	Retrasos en las aprobaciones del proyecto	• Iniciar el proceso de aprobación tan pronto como sea posible y mantener una comunicación abierta y regular con las autoridades pertinentes. • Establecer un cronograma realista que incluya suficiente margen de tiempo para posibles demoras en la aprobación.
Otros riesgos	O.R.7	Proceso de licitación previamente arreglado	• Garantizar un proceso de licitación transparente y competitivo con la participación de múltiples oferentes. • Implementar medidas de control y supervisión para detectar y prevenir prácticas de licitación no éticas.
Riesgos asociados a los subcontratistas	R.A.S.4	Falta de personal especializado	• Realizar una evaluación detallada de las habilidades y competencias requeridas para el proyecto y contratar o capacitar al personal necesario. • Establecer programas de desarrollo profesional para mejorar las habilidades técnicas y de gestión del personal existente.
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.10	Presupuesto mal elaborado e incompleto	• Realizar un análisis exhaustivo de los costos del proyecto y considerar todas las variables y contingencias relevantes. • Asignar recursos adecuados para la planificación y elaboración del presupuesto y revisarlo periódicamente durante el ciclo de vida del proyecto.
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.6	Poca experiencia en obra relacionada con proyectos a desarrollar	• Contratar consultores o expertos con experiencia en proyectos similares para proporcionar orientación y asesoramiento técnico. • Asociarse con empresas o profesionales con un historial comprobado de éxito en proyectos similares para aprovechar su experiencia.

Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.10	Falta de personal Capacitado para realizar los trabajos	• Implementar programas de capacitación y desarrollo profesional para mejorar las habilidades y competencias del personal existente. • Considerar la contratación de personal calificado y experimentado cuando sea necesario para llenar brechas de habilidades específicas.
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.7	Poca capacidad técnica para el desarrollo de proyectos	• Contratar consultores técnicos calificados para asesorar en el diseño y la ejecución del proyecto. • Proporcionar oportunidades de capacitación y desarrollo para el equipo interno para mejorar sus habilidades técnicas.
Riesgos asociados a los proveedores	R.A.P.4	Incremento de costo en los materiales	• Realizar un análisis exhaustivo del mercado de materiales para anticipar posibles aumentos de precios. • Incluir un margen de contingencia en el presupuesto para hacer frente a fluctuaciones en los costos de los materiales.
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.5	Mala calidad de los trabajos (obra)	• Establecer estándares de calidad claros y asegurar que se cumplan mediante inspecciones regulares. • Implementar sistemas de gestión de la calidad para monitorear y mejorar continuamente los estándares de construcción.
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.4	Recursos limitados para construir el proyecto	• Priorizar los recursos en función de la importancia y la viabilidad del proyecto. • Buscar fuentes alternativas de financiamiento o asociaciones público-privadas para complementar los recursos disponibles.
Riesgos socioculturales	R.SC.7	Presencia de grupos de oposición al proyecto	• Realizar un análisis de partes interesadas y establecer una comunicación abierta y transparente con los grupos de interés. • Abordar las preocupaciones de los grupos de oposición mediante la participación en el proceso de toma de decisiones y la búsqueda de soluciones mutuamente beneficiosas.
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.11	Incumplimiento del contrato y conflictos	• Establecer cláusulas claras y mecanismos de resolución de conflictos en los contratos para abordar posibles incumplimientos. • Mantener una comunicación abierta y transparente entre todas las partes involucradas para resolver cualquier disputa de manera rápida y eficiente.
Riesgos ambientales	R.A.5	Falta de Gestión ambiental del proyecto	• Realizar evaluaciones de impacto ambiental exhaustivas antes de iniciar el proyecto y desarrollar planes de gestión ambiental adecuados. • Cumplir con todas las regulaciones ambientales locales y buscar oportunidades para minimizar el impacto ambiental del proyecto.
Riesgos ambientales	R.A.2	Inclemencia inesperada (fenómenos naturales)	• Desarrollar planes de contingencia para hacer frente a fenómenos naturales como tormentas e inundaciones. • Monitorear las condiciones climáticas y tomar medidas preventivas para proteger al personal y los equipos en caso de eventos climáticos adversos.
Riesgos de tipo económico	R.E.4	Demoras en el pago por cambio en la administración gubernamental	• Establecer cláusulas contractuales que protejan contra demoras en los pagos debido a cambios en la administración gubernamental. • Diversificar las fuentes de financiamiento para reducir la dependencia de fondos gubernamentales.

Riesgos de tipo económico	R.E.5	Escasez de oferta y disponibilidad de mano de obra	• Identificar anticipadamente las necesidades de mano de obra y desarrollar estrategias para atraer y retener trabajadores calificados. • Establecer relaciones sólidas con sindicatos y asociaciones laborales para garantizar un suministro constante de mano de obra.
Otros riesgos	O.R.1	Retrasos por la resolución de cuestiones contractuales	• Designar un equipo dedicado para gestionar las cuestiones contractuales y resolver disputas de manera eficiente. • Establecer un proceso claro y transparente para la resolución de conflictos contractuales y cumplir con los plazos acordados.
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.7	Se realizan convenios para modificar plazo de ejecución]	• Evaluar cuidadosamente las implicaciones de cualquier modificación en el plazo de ejecución y ajustar el plan de trabajo en consecuencia. • Asegurar que los convenios sean documentados y acordados por todas las partes involucradas para evitar malentendidos futuros.
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.6	Se realizan convenios para incrementar volumen	• Analizar el impacto de cualquier cambio en el volumen del proyecto en términos de costos, plazos y recursos necesarios. • Asegurar que los convenios sean justos y estén respaldados por un análisis exhaustivo de las implicaciones para todas las partes involucradas.
Riesgos ambientales	R.A.4	Días de lluvia superiores a los esperados para el proyecto	• Incluir un margen de tiempo adicional en el cronograma del proyecto para compensar posibles retrasos causados por condiciones climáticas adversas. • Implementar medidas de protección y drenaje para minimizar el impacto de la lluvia en el progreso de la obra.
Riesgos ambientales	R.A.3	Desastre o contingencia ambiental ocasionada por el proyecto	• Realizar evaluaciones de riesgos ambientales y desarrollar planes de contingencia para hacer frente a posibles desastres naturales o eventos adversos causados por el proyecto. • Coordinar con las autoridades locales y las comunidades afectadas para implementar medidas de mitigación y respuesta adecuadas.
Riesgos de tipo económico	R.E.1	Fluctuación de la moneda	• Considerar el uso de instrumentos financieros como contratos de cobertura para protegerse contra la volatilidad de las tasas de cambio. • Establecer un presupuesto en moneda local y realizar una gestión activa de los riesgos relacionados con el tipo de cambio.
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.1	Cambios frecuentes en el proyecto ejecutivo	• Establecer un proceso claro y bien definido para la gestión de cambios en el proyecto, incluyendo evaluaciones de impacto y aprobaciones necesarias. • Minimizar los cambios innecesarios en el proyecto mediante una planificación exhaustiva y una comunicación efectiva entre todas las partes interesadas.
Riesgos asociados a los proveedores	R.A.P.2	Alta demanda de materiales en la zona	• Diversificar las fuentes de suministro de materiales para reducir la dependencia de un solo proveedor o mercado. • Negociar contratos a largo plazo con proveedores confiables para garantizar un suministro constante de materiales.

Riesgos asociados a los proveedores	R.A.P.5	Problemas de calidad de materiales	• Realizar una evaluación exhaustiva de los proveedores de materiales y seleccionar aquellos que cumplan con estándares de calidad reconocidos. • Implementar controles de calidad durante todo el proceso de adquisición y almacenamiento de materiales para garantizar su idoneidad y conformidad.
Riesgos asociados a los proveedores	R.A.P.1	Demoras en el suministro de materiales, maquinaria o equipo	• Establecer acuerdos claros con proveedores y contratistas sobre plazos de entrega y penalizaciones por retrasos. • Mantener una comunicación regular con los proveedores para anticipar posibles retrasos y tomar medidas preventivas.
Riesgos socioculturales	R.SC.3	Conflictos viales ocasionados por la obra	• Desarrollar un plan de gestión de tráfico que minimice las interrupciones en las vías públicas y garantice la seguridad de los trabajadores y usuarios de la carretera. • Coordinar con las autoridades locales y la policía de tránsito para implementar medidas de control de tráfico adecuadas.
Riesgos de tipo económico	R.E.6	Escasa disponibilidad de Equipo o maquinaria	• Establecer acuerdos de alquiler a largo plazo con empresas de alquiler de equipos para garantizar la disponibilidad de maquinaria necesaria. • Explorar opciones de subcontratación o asociaciones con empresas que posean el equipo requerido.
Riesgos socioculturales	R.SC.1	Conflictos debido a diferencias de ideología	• Fomentar el diálogo y la colaboración entre todas las partes interesadas, incluyendo grupos con diferentes puntos de vista ideológicos. • Buscar puntos en común y trabajar hacia soluciones que satisfagan las necesidades de todas las partes involucradas.
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.1	Demoras en la liberación del pago	• Establecer términos claros de pago en los contratos y hacer cumplir estrictamente los plazos de pago acordados. • Mantener una comunicación abierta y proactiva con los clientes y partes involucradas para resolver cualquier problema relacionado con el pago.
Riesgos socioculturales	R.SC.2	Actos criminales (robo, vandalismo, etc.)	• Implementar medidas de seguridad adecuadas en el sitio de construcción, incluyendo la instalación de sistemas de vigilancia y el control de acceso. • Coordinar con las autoridades locales y aplicar políticas de seguridad robustas para prevenir y responder a actos criminales.
Riesgos asociados a los proveedores	R.A.P.3	Escasa disponibilidad de materiales o maquinaria	• Diversificar las fuentes de suministro y mantener relaciones sólidas con múltiples proveedores para garantizar un suministro constante de materiales. • Establecer acuerdos de reserva con proveedores clave para asegurar el acceso prioritario a los materiales en caso de escasez.
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.9	Limitada disponibilidad de capital para iniciar la obra	• Buscar opciones de financiamiento alternativas, como préstamos bancarios, inversores privados o financiamiento público, para cubrir los costos iniciales del proyecto. • Optimizar la planificación financiera y la gestión de costos para maximizar la eficiencia en el uso de los recursos disponibles.

Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.1	Pago de impuestos o fianzas muy elevado	• Realizar una planificación fiscal anticipada para anticipar y mitigar los costos asociados con impuestos y fianzas. • Negociar con las autoridades fiscales y gubernamentales para explorar opciones de pago flexibles o reducciones de impuestos.
Riesgos socioculturales	R.SC.5	Daño a terceros durante la ejecución de la obra	• Implementar medidas de seguridad y control de riesgos para prevenir accidentes y minimizar el riesgo de daños a terceros. • Contar con un seguro de responsabilidad civil adecuado para cubrir posibles reclamaciones por daños a terceros.
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.7	Empresa de reciente creaciÃ³n con poca experiencia	• Contratar asesoramiento externo y consultar a expertos en la industria para obtener orientación y apoyo en la gestión de proyectos. • Asociarse con empresas o profesionales con experiencia comprobada para compensar la falta de experiencia interna.
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.8	Se carece de planificación para la construcción del proyecto	• Realizar una planificación exhaustiva del proyecto que incluya todos los aspectos de la construcción, desde la adquisición de materiales hasta la gestión de riesgos. • Establecer un equipo de gestión de proyectos con experiencia en planificación y ejecución de proyectos de infraestructura vial.
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.5	Liberación atrasada del anticipo	• Negociar términos claros y plazos específicos para la liberación de anticipo en los contratos. • Establecer políticas internas para gestionar el flujo de efectivo y minimizar el impacto de los retrasos en la liberación de fondos.
Riesgos socioculturales	R.SC.4	Problema social imprevisto (bloqueo, daño al proyecto obra, etc.)	• Mantener una comunicación abierta y transparente con las comunidades locales y las partes interesadas para identificar posibles problemas sociales. • Desarrollar planes de gestión de conflictos y estrategias de participación comunitaria para abordar y resolver problemas sociales de manera efectiva.
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.2	Programa de ejecución apretado	• Realizar una planificación realista del cronograma del proyecto que tenga en cuenta los recursos disponibles y las posibles contingencias. • Priorizar las actividades críticas y asignar recursos adicionales cuando sea necesario para evitar retrasos en el proyecto.
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.10	Cambios en el alcance del proyecto	• Establecer un proceso formal de gestión de cambios para evaluar y aprobar cualquier modificación en el alcance del proyecto. • Comunicar de manera efectiva los cambios en el alcance a todas las partes interesadas y ajustar el cronograma y el presupuesto en consecuencia.
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.3	Planos y especificaciones técnicas deficientes o incompletas	• Realizar una revisión exhaustiva de los planos y especificaciones técnicas antes de iniciar la obra para identificar y corregir posibles deficiencias. • Establecer un proceso de retroalimentación con los diseñadores y consultores para mejorar la calidad de los documentos técnicos.
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.9	Omisión de la visita al sitio previo a la junta de aclaraciones	• Organizar visitas al sitio antes de la junta de aclaraciones para que los licitantes puedan familiarizarse con las condiciones del proyecto.

			• Asegurarse de que toda la información relevante sobre el sitio se incluya en los documentos de licitación y se discuta durante la junta de aclaraciones.
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.8	Intervención inapropiada de beneficiarios	• Establecer canales de comunicación claros y procesos de consulta con los beneficiarios del proyecto para garantizar su participación significativa. • Educación y sensibilización de los beneficiarios sobre el proyecto y sus beneficios para reducir la resistencia o la interferencia indebida.
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.2	Mal Diseño del proyecto ejecutivo	• Realizar una revisión exhaustiva del diseño del proyecto por parte de expertos en la materia para identificar posibles deficiencias o problemas. • Establecer un proceso de revisión y mejora continua del diseño para garantizar su idoneidad y eficacia.
Riesgos político sociales	R.P.S.1	Cambio en la Ley y regulaciones	• Mantenerse actualizado sobre los cambios en la legislación y regulaciones pertinentes y ajustar el proyecto en consecuencia. • Asesorarse legalmente para asegurar el cumplimiento de todas las normativas y evitar posibles problemas legales.
Otros riesgos	O.R.6	Negación de permisos	• Realizar un análisis exhaustivo de los requisitos de permisos y regulaciones antes de iniciar el proyecto. • Establecer relaciones con las autoridades pertinentes y seguir los procedimientos adecuados para garantizar la obtención oportuna de los permisos necesarios.
Riesgos socioculturales	R.SC.6	Abuso de sustancias dentro de la obra	• Implementar políticas y programas de prevención de abuso de sustancias en el lugar de trabajo, incluyendo educación y capacitación sobre los riesgos y consecuencias. • Establecer procedimientos para detectar y abordar el abuso de sustancias de manera rápida y efectiva, incluyendo programas de rehabilitación si es necesario.
Riesgos ambientales	R.A.1	Condiciones imprevistas del sitio	• Realizar estudios geotécnicos y evaluaciones del sitio antes de comenzar la construcción para identificar posibles condiciones imprevistas. • Establecer un fondo de contingencia en el presupuesto del proyecto para hacer frente a los costos adicionales asociados con condiciones imprevistas del sitio.
Riesgos político sociales	R.P.S.3	Corrupción y sobornos	• Establecer políticas de ética y cumplimiento estrictas que prohíban la corrupción y el soborno en todas las actividades relacionadas con el proyecto. • Implementar controles internos y auditorías periódicas para detectar y prevenir cualquier actividad corrupta o soborno.
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.8	Errores humanos	• Proporcionar capacitación y orientación adecuadas al personal para reducir la probabilidad de errores humanos. • Implementar controles de calidad y revisión de procesos para identificar y corregir errores antes de que causen problemas significativos en el proyecto.
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.9	Falta de estudios previos	• Realizar estudios previos completos y exhaustivos, incluyendo estudios de factibilidad, análisis de riesgos y evaluaciones ambientales. • Utilizar los resultados de los estudios previos para informar la planificación y diseño del proyecto y reducir la probabilidad de sorpresas o problemas inesperados.

Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.4	Problemas con el acceso al sitio y derecho de vía]	• Coordinar con las autoridades locales y propietarios de terrenos para asegurar el acceso al sitio y obtener los derechos de vía necesarios. • Establecer un plan de gestión de acceso al sitio que incluya medidas para minimizar las interrupciones y conflictos con las comunidades locales.
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.2	Problemas Técnicos durante el proceso de construcción	• Contratar personal técnico calificado y experimentado para abordar y resolver problemas técnicos durante la construcción. • Establecer un equipo de gestión de problemas técnicos dedicado para identificar, evaluar y resolver problemas técnicos de manera oportuna.
Riesgos político sociales	R.P.S.2	Huelgas y conflictos laborales	• Mantener una comunicación abierta y constructiva con los trabajadores y sus representantes para prevenir conflictos laborales. • Establecer políticas y procedimientos para la resolución de conflictos laborales de manera rápida y equitativa para evitar interrupciones en el proyecto.
Riesgos político sociales	R.P.S.4	Conflictos e inestabilidad política	• Monitorear de cerca el entorno político y anticipar posibles conflictos o inestabilidades que puedan afectar al proyecto. • Mantener una comunicación abierta y transparente con las autoridades y partes interesadas políticas para mitigar los riesgos políticos.
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.3	Accidentes durante la construcción	• Implementar estrictas medidas de seguridad en el lugar de trabajo, incluyendo capacitación regular, equipos de protección personal y procedimientos de seguridad. • Realizar inspecciones periódicas del sitio para identificar y corregir cualquier riesgo potencial de seguridad.
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.6	Baja productividad de mano de obra y equipo	• Proporcionar capacitación y desarrollo profesional para mejorar las habilidades y eficiencia de la mano de obra. • Mantener equipos y maquinaria en condiciones óptimas a través de mantenimiento regular y actualizaciones cuando sea necesario.
Otros riesgos	O.R.2	Existencia de conflictos de interés	• Establecer políticas claras de conflicto de interés y divulgar cualquier relación o interés que pueda influir en las decisiones del proyecto. • Designar un oficial de cumplimiento o comité para monitorear y hacer cumplir las políticas de conflicto de interés.
Otros riesgos	O.R.3	Problemas de acceso al sitio	• Coordinar con las autoridades locales y propietarios de terrenos para garantizar un acceso adecuado y seguro al sitio de construcción. • Desarrollar un plan de gestión de acceso al sitio que incluya la programación y coordinación de actividades para minimizar interrupciones.
Riesgos asociados a los subcontratistas	R.A.S.2	Mala calidad del trabajo subcontratado en obra	• Realizar una rigurosa evaluación de los subcontratistas antes de su contratación, verificando su experiencia, referencias y calidad de trabajo previo. • Establecer cláusulas de calidad claras en los contratos de subcontratación y realizar inspecciones regulares para asegurar el cumplimiento de los estándares.
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.5	Limitaciones tecnológicas (BIM; TICS, etc.)	• Invertir en tecnologías avanzadas como Building Information Modeling (BIM) y Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) para mejorar la eficiencia y la calidad del proyecto.

			• Proporcionar capacitación y apoyo técnico para garantizar que el personal esté familiarizado y pueda aprovechar al máximo estas herramientas.
Otros riesgos	O.R.4	Contrato con clausulas imprecisas	• Revisar y clarificar todas las cláusulas del contrato para asegurar que sean precisas y comprensibles para todas las partes involucradas. • Establecer un proceso claro para la resolución de disputas contractuales y abordar cualquier ambigüedad o inconsistencia de manera proactiva.
Riesgos asociados a los subcontratistas	R.A.S.3	Baja productividad de mano de obra y equipo subcontratada	• Establecer expectativas claras de desempeño en los contratos de subcontratación y monitorear regularmente el rendimiento de los subcontratistas. • Proporcionar capacitación y recursos adicionales cuando sea necesario para mejorar la productividad y eficiencia del trabajo subcontratado.
Riesgos de tipo económico	R.E.3	Incremento del costo de la obra	• Realizar un seguimiento constante de los costos del proyecto y actualizar regularmente el presupuesto para reflejar cualquier cambio o imprevisto. • Establecer un fondo de contingencia adecuado para hacer frente a posibles aumentos de costos durante la ejecución del proyecto.
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.4	Incompetencia de los contratistas	• Realizar una evaluación exhaustiva de la capacidad y experiencia de los contratistas antes de su contratación. • Proporcionar orientación y supervisión adecuadas para garantizar que los contratistas comprendan y cumplan con los requisitos del proyecto.
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.3	No se tienen claras las funciones del personal	• Definir roles y responsabilidades claros para todo el personal involucrado en el proyecto desde el principio. • Proporcionar capacitación y orientación adecuadas para asegurar que cada miembro del equipo comprenda su función y contribución al proyecto.
Riesgos de tipo económico	R.E.2	Inflación y cambios repentinos de precios	• Monitorear de cerca los índices de inflación y los cambios en los precios de los materiales para anticipar y mitigar cualquier impacto en el presupuesto del proyecto. • Establecer contratos a largo plazo con proveedores para bloquear los precios y protegerse contra la volatilidad del mercado.
Otros riesgos	O.R.5	Aplicación de fianzas y seguros	• Asegurarse de que todas las partes involucradas en el proyecto tengan las fianzas y seguros necesarios para cubrir cualquier riesgo potencial. • Revisar cuidadosamente los términos y condiciones de los seguros y fianzas para garantizar que proporcionen una cobertura adecuada para el proyecto.
Riesgos asociados a los subcontratistas	R.A.S.1	Mal desempeño de los subcontratistas	• Establecer estándares de desempeño claros en los contratos de subcontratación y monitorear regularmente el rendimiento de los subcontratistas. • Tomar medidas correctivas rápidas y efectivas en caso de mal desempeño de los subcontratistas, incluida la rescisión del contrato si es necesario.

En cuanto a su impacto en costo los riesgos quedarían categorizados de la siguiente manera considerando el resultado VME de la simulación de Montecarlo (ver tabla 21):

Tabla 21 Riesgos Categorizados según su nivel de impacto

Grupo de Riesgo	**Clave de Riesgo**	**Factor de Riesgo**	Valor Monetario Esperado árbol **de** decisión **(simulación)**	Porcentaje **que representa el VME (por el** método **de árbol de decisión)**	**Valor monetario esperado Montecarlo**	Porcentaje **que representa el VME (por el método de simulación de Montecarlo)**
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.10	Presupuesto mal elaborado e incompleto	-$ 2,228,792.89	-148.59%	-$ 2,248,572.48	-149.90%
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.10	Cambios en el alcance del proyecto	-$ 1,812,746.04	-120.85%	-$ 1,847,936.87	-123.20%
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.11	Incumplimiento del contrato y conflictos	-$ 896,083.83	-59.74%	-$ 929,888.52	-61.99%
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.4	Recursos limitados para construir el proyecto	-$ 894,579.64	-59.64%	-$ 907,575.26	-60.51%
Riesgos ambientales	R.A.2	Inclemencia inesperada (fenómenos naturales)	-$ 862,683.48	-57.51%	-$ 876,837.69	-58.46%
Otros riesgos	O.R.7	Proceso de licitación previamente arreglado	-$ 845,466.05	-56.36%	-$ 875,403.74	-58.36%
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.3	Planos y especificaciones técnicas deficientes o incompletas	-$ 863,824.46	-57.59%	-$ 870,445.42	-58.03%
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.9	Omisión de la visita al sitio previo a la junta de aclaraciones	-$ 731,535.74	-48.77%	-$ 805,112.08	-53.67%
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.9	Falta de estudios previos	-$ 787,432.50	-52.50%	-$ 800,981.45	-53.40%
Riesgos político sociales	R.P.S.5	Retrasos en las aprobaciones del proyecto	-$ 757,084.28	-50.47%	-$ 788,419.83	-52.56%
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.5	Mala calidad de los trabajos (obra)	-$ 718,136.57	-47.88%	-$ 734,166.02	-48.94%
Riesgos ambientales	R.A.3	Desastre o contingencia ambiental ocasionada por el proyecto	-$ 701,743.07	-46.78%	-$ 718,995.42	-47.93%
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.7	Empresa de reciente creaciÃ³n con poca experiencia	-$ 686,004.23	-45.73%	-$ 710,532.86	-47.37%
Riesgos de tipo económico	R.E.5	Escasez de oferta y disponibilidad de mano de obra	-$ 664,016.59	-44.27%	-$ 704,108.48	-46.94%
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.7	Poca capacidad técnica para el desarrollo de proyectos	-$ 663,535.67	-44.24%	-$ 694,446.30	-46.30%

Riesgos de tipo económico	R.E.6	Escasa disponibilidad de Equipo o maquinaria	-$	636,283.11	-42.42%	-$	664,585.00	-44.31%
Riesgos ambientales	R.A.5	Falta de Gestión ambiental del proyecto	-$	599,924.47	-39.99%	-$	639,098.41	-42.61%
Riesgos ambientales	R.A.4	Días de lluvia superiores a los esperados para el proyecto	-$	618,009.36	-41.20%	-$	634,329.92	-42.29%
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.1	Cambios frecuentes en el proyecto ejecutivo	-$	580,442.83	-38.70%	-$	606,072.38	-40.40%
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.2	Problemas Técnicos durante el proceso de construcción	-$	527,789.96	-35.19%	-$	558,608.09	-37.24%
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.6	Se realizan convenios para incrementar volumen	-$	494,172.95	-32.94%	-$	555,729.85	-37.05%
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.2	Mal Diseño del proyecto ejecutivo	-$	553,684.04	-36.91%	-$	551,581.97	-36.77%
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.8	Errores humanos	-$	530,725.29	-35.38%	-$	549,161.11	-36.61%
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.6	Baja productividad de mano de obra y equipo	-$	531,114.27	-35.41%	-$	544,509.55	-36.30%
Riesgos ambientales	R.A.1	Condiciones imprevistas del sitio	-$	519,590.32	-34.64%	-$	535,147.81	-35.68%
Riesgos socioculturales	R.SC.2	Actos criminales (robo, vandalismo, etc.)	-$	501,696.58	-33.45%	-$	534,818.40	-35.65%
Riesgos socioculturales	R.SC.7	Presencia de grupos de oposición al proyecto	-$	462,719.03	-30.85%	-$	482,517.91	-32.17%
Otros riesgos	O.R.6	Negación de permisos	-$	386,871.01	-25.79%	-$	438,299.24	-29.22%
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.5	Liberación atrasada del anticipo	-$	409,834.08	-27.32%	-$	420,710.98	-28.05%
Riesgos asociados a los proveedores	R.A.P.3	Escasa disponibilidad de materiales o maquinaria	-$	368,329.42	-24.56%	-$	419,270.17	-27.95%
Riesgos socioculturales	R.SC.3	Conflictos viales ocasionados por la obra	-$	354,335.19	-23.62%	-$	394,160.59	-26.28%
Riesgos asociados a los proveedores	R.A.P.1	Demoras en el suministro de materiales, maquinaria o equipo	-$	373,281.51	-24.89%	-$	382,812.83	-25.52%
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.6	Poca experiencia en obra relacionada con proyectos a desarrollar	-$	330,513.86	-22.03%	-$	364,824.55	-24.32%
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.8	Se carece de planificación para la construcción del proyecto	-$	262,690.82	-17.51%	-$	329,109.43	-21.94%
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.3	Accidentes durante la construcción	-$	283,705.19	-18.91%	-$	319,148.98	-21.28%
Riesgos asociados a los proveedores	R.A.P.5	Problemas de calidad de materiales	-$	261,039.69	-17.40%	-$	316,805.38	-21.12%
Riesgos socioculturales	R.SC.4	Problema social imprevisto (bloqueo, daño al proyecto obra, etc.)	-$	280,136.52	-18.68%	-$	315,416.60	-21.03%

Riesgos socioculturales	R.SC.5	Daño a terceros durante la ejecución de la obra	-$	275,569.65	-18.37%	-$	302,195.59	-20.15%
Riesgos político sociales	R.P.S.1	Cambio en la Ley y regulaciones	-$	229,709.83	-15.31%	-$	266,732.16	-17.78%
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.4	Incompetencia de los contratistas	-$	185,029.20	-12.34%	-$	228,405.06	-15.23%
Riesgos político sociales	R.P.S.4	Conflictos e inestabilidad política	-$	199,732.94	-13.32%	-$	219,761.59	-14.65%
Riesgos político sociales	R.P.S.3	Corrupción y sobornos	-$	201,267.65	-13.42%	-$	208,500.90	-13.90%
Riesgos asociados al área de diseño	R.A.D.5	Limitaciones tecnológicas (BIM; TICS, etc.)	-$	151,554.92	-10.10%	-$	187,763.70	-12.52%
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.1	Pago de impuestos o fianzas muy elevado	-$	174,199.88	-11.61%	-$	177,295.21	-11.82%
Otros riesgos	O.R.2	Existencia de conflictos de interés	-$	139,790.98	-9.32%	-$	173,868.83	-11.59%
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.8	Intervención inapropiada de beneficiarios	-$	146,422.77	-9.76%	-$	168,348.48	-11.22%
Riesgos político sociales	R.P.S.2	Huelgas y conflictos laborales	-$	108,248.34	-7.22%	-$	138,705.04	-9.25%
Riesgos asociados a los proveedores	R.A.P.2	Alta demanda de materiales en la zona	-$	120,851.64	-8.06%	-$	132,679.28	-8.85%
Otros riesgos	O.R.5	Aplicación de fianzas y seguros	-$	97,426.18	-6.50%	-$	126,619.15	-8.44%
Riesgos socioculturales	R.SC.1	Conflictos debido a diferencias de ideología	-$	85,409.30	-5.69%	-$	106,766.21	-7.12%
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.4	Problemas con el acceso al sitio y derecho de vía]	-$	72,753.31	-4.85%	-$	82,465.17	-5.50%
Otros riesgos	O.R.3	Problemas de acceso al sitio	-$	60,513.21	-4.03%	-$	81,851.14	-5.46%
Riesgos de tipo económico	R.E.4	Demoras en el pago por cambio en la administración gubernamental	-$	72,469.48	-4.83%	-$	74,926.29	-5.00%
Riesgos asociados a los subcontratistas	R.A.S.5	Incumplimiento de contratos y conflictos con los subcontratistas	-$	66,731.74	-4.45%	-$	69,097.91	-4.61%
Riesgos de tipo económico	R.E.1	Fluctuación de la moneda	-$	62,757.59	-4.18%	-$	67,740.86	-4.52%
Riesgos de tipo económico	R.E.2	Inflación y cambios repentinos de precios	-$	59,953.29	-4.00%	-$	61,643.16	-4.11%
Otros riesgos	O.R.4	Contrato con clausulas imprecisas	-$	46,364.27	-3.09%	-$	60,295.83	-4.02%
Riesgos asociados a los subcontratistas	R.A.S.4	Falta de personal especializado	-$	52,430.45	-3.50%	-$	53,710.94	-3.58%
Riesgos asociados a los subcontratistas	R.A.S.2	Mala calidad del trabajo subcontratado en obra	-$	49,894.22	-3.33%	-$	51,484.95	-3.43%
Riesgos asociados a los subcontratistas	R.A.S.3	Baja productividad de mano de obra y equipo subcontratada	-$	45,318.46	-3.02%	-$	47,737.18	-3.18%
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.10	Falta de personal Capacitado para realizar los trabajos	-$	37,987.05	-2.53%	-$	39,377.16	-2.63%
Riesgos socioculturales	R.SC.6	Abuso de sustancias dentro de la obra	-$	25,954.41	-1.73%	-$	29,796.07	-1.99%

Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.7	Se realizan convenios para modificar plazo de ejecución]	-$	24,908.39	-1.66%	-$	28,359.85	-1.89%
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.1	Demoras en la liberación del pago	-$	27,103.56	-1.81%	-$	28,080.56	-1.87%
Riesgos asociados a los proveedores	R.A.P.4	Incremento de costo en los materiales	-$	24,943.32	-1.66%	-$	26,405.95	-1.76%
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.2	Programa de ejecución apretado	-$	21,962.45	-1.46%	-$	23,554.03	-1.57%
Riesgos asociados a los subcontratistas	R.A.S.1	Mal desempeño de los subcontratistas	-$	13,926.95	-0.93%	-$	16,481.20	-1.10%
Riesgos asociados al sector publico	R.S.P.3	No se tienen claras las funciones del personal	-$	3,821.68	-0.25%	-$	6,552.57	-0.44%
Riesgos asociados a los contratistas	R.A.C.9	Limitada disponibilidad de capital para iniciar la obra	-$	5,478.73	-0.37%	-$	6,125.26	-0.41%
Otros riesgos	O.R.1	Retrasos por la resolución de cuestiones contractuales	-$	1,758.69	-0.12%	-$	1,899.44	-0.13%
Riesgos de tipo económico	R.E.3	Incremento del costo de la obra*	$	-	0.00%	$	-	0.00%

*el incremento del costo de la obra no se determinó debido a que es susceptible de otros factores de riesgo.

Conclusiones

Para concluir, se destacan una serie de hallazgos relevantes que evidencian la importancia de implementar una gestión de riesgos efectiva en las obras de infraestructura vial del municipio de Othón P. Blanco.

Primeramente, la priorización de riesgos y el enfoque sistemático utilizado reflejan una adaptación práctica de los lineamientos del Project Management Institute (PMI), particularmente en la identificación, análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos. La metodología permitió clasificar y jerarquizar riesgos con base en su impacto, lo que facilitó propuestas de acciones para su control. Esto confirma que el marco del PMI es aplicable y útil en contextos locales como el de Othón P. Blanco.

Otro aspecto relevante es que el análisis cualitativo permitió identificar para las obras viales de Othón P. Blanco los riesgos negativos más frecuentes, entre los que destacan: presupuestos mal elaborados, cambios en el alcance del proyecto, incumplimientos contractuales, conflictos entre actores, condiciones ambientales adversas, modificaciones regulatorias, y deficiencias en la calidad del trabajo. Mismos que en caso de no ser gestionados adecuadamente, pueden generar consecuencias importantes en el desarrollo de las obras.

Asimismo, se determinaron las principales causas que originan dichos riesgos, entre las que se encuentran la falta de planeación técnica detallada, debilidades en la gestión contractual, escasa supervisión, carencia de mecanismos preventivos ante eventos externos, y omisiones en la gestión ambiental. Asu vez sobresale que los impactos de los riesgos negativos se manifiestan con regularidad en demoras, sobrecostos, baja calidad en la ejecución de las obras y afectaciones al entorno, lo que pone en riesgo el cumplimiento de los objetivos de las obras viales de Othón P. Blanco.

Aunque la investigación tiene sus raíces en el análisis cualitativo, por su parte el análisis cuantitativo y la consideración del método TOPSIS permitieron evidenciar que, de no gestionarse adecuadamente los riesgos identificados pueden afectar significativamente los recursos financieros, la duración de las obras y la calidad de la misma. Para el caso de las obras viales del municipio de Othón P. Blanco se estimó que pueden haber sobrecostos que van desde un 0.12% hasta un 148.59% con respecto al valor total de la obra, siendo los factores de riesgos más relevantes e importantes de prestar atención los siguientes: un presupuesto mal elaborado e incompleto, cambios en el alcance del proyecto, incumplimiento del contrato y conflictos, recursos limitados para construir el proyecto, inclemencia inesperada (fenómenos naturales), proceso de licitación previamente arreglado y planos con especificaciones técnicas deficientes o incompletas.

Estos aspectos detectados subrayan la importancia de implementar una gestión integral de riesgos que considere aspectos financieros, técnicos, contractuales, ambientales y sociales. Una intervención oportuna y planificada frente a estos riesgos no solo puede mejorar la eficiencia de los proyectos, sino que puede contribuir a garantizar resultados sostenibles y alineados con los objetivos de desarrollo urbano e infraestructura del municipio de Othón P. Blanco.

Recomendaciones

La gestión de riesgos es un aspecto fundamental en la planificación, ejecución y éxito de proyectos de infraestructura vial. En este sentido, la construcción y actualización constante de un catálogo de riesgos, así como el monitoreo constante de sus posibles impactos (de manera cuantitativa), o la actualización de un registro de riesgos en proyectos de infraestructura vial, son prácticas esenciales que pueden determinar el éxito y la eficacia de la ejecución de dichos proyectos. En el contexto de la construcción de carreteras, puentes y otras infraestructuras viales, los riesgos son inherentes y pueden provenir de diversas fuentes, como cambios en las condiciones climáticas, problemas geotécnicos, conflictos de intereses, problemas de licitación, cambios en la legislación, entre otros.

La construcción de un catálogo de riesgos implica la identificación de todos los posibles riesgos que podrían surgir a lo largo del ciclo de vida de un proyecto. Este catálogo sirve como una herramienta para comprender y anticiparse a los posibles desafíos y obstáculos que podrían enfrentar los equipos de proyecto de infraestructura vial durante la ejecución de la obra. Al enumerar y categorizar los riesgos de manera detallada, se puede realizar una evaluación más precisa de su impacto potencial, su probabilidad de ocurrencia y las medidas de mitigación o contingencia necesarias para abordarlos de manera efectiva.

Además, el monitoreo constante de los posibles impactos de los riesgos identificados permite a los equipos de proyecto anticipar y responder proactivamente a los cambios en el entorno operativo y las condiciones del proyecto. Esto implica mantener una vigilancia activa sobre la evolución de los riesgos, evaluar regularmente su impacto y probabilidad actualizados, así como ajustar las estrategias de gestión de riesgos en consecuencia. Al estar alerta a cualquier cambio en el panorama de riesgos, los equipos de proyecto pueden tomar decisiones informadas y oportunas para minimizar los efectos adversos y maximizar las oportunidades de éxito del proyecto.

Además, la actualización constante de un registro de riesgos es esencial para mantener la relevancia y la efectividad de las estrategias de gestión de riesgos a lo largo del tiempo. A medida que avanza el proyecto y se producen cambios en el entorno operativo y las condiciones del proyecto, por lo cual es fundamental ir revisando y ajustando el registro de riesgos para reflejar con precisión la realidad del proyecto en todo

momento. Esto garantiza que los actores de los proyectos de infraestructura vial estén equipados con la información más actualizada y puedan tomar decisiones informadas y proactivas en respuesta a cualquier cambio en el panorama de riesgos.

Por otra parte, después de haber explorado y analizado diversas metodologías para la gestión de riesgos, tanto cualitativas como cuantitativas, podemos llegar a varias recomendaciones significativas. En primer lugar, en el ámbito del análisis cualitativo de riesgos, se ha observado que el método TOPSIS (Técnica para la Evaluación de la Preferencia por la Solución Ordenada por Similaridad a la Idealidad) emerge como una herramienta robusta y eficiente para categorizar y priorizar los riesgos. Este método, que se basa en el concepto de distancia entre una solución ideal y las alternativas disponibles, permite una evaluación sistemática y estructurada que ayuda a los tomadores de decisiones a identificar los riesgos más críticos y a tomar medidas preventivas adecuadas partiendo de múltiples criterios y puntos de vista. La aplicación de TOPSIS en el análisis cualitativo de riesgos ofrece una perspectiva clara y bien fundamentada sobre la importancia relativa de los distintos riesgos, lo que facilita la asignación eficiente de recursos para su gestión y mitigación. En tal tenor es muy recomendable su aplicación cuando no existe un registro de riesgos preciso, llegando talvez a ser mejor que la matriz de riesgos.

Por otro lado, al adentrarnos en el ámbito del análisis cuantitativo de riesgos, se pudo observar que la diferencia en la estimación de costos entre el árbol de decisión y la simulación de Monte Carlo es mínima. Ambos métodos han demostrado ser eficaces para evaluar la incertidumbre y generar estimaciones robustas de los costos asociados con un proyecto. Mientras que el árbol de decisión se basa en la estructuración de decisiones y la asignación de probabilidades a eventos futuros, la simulación de Monte Carlo utiliza técnicas de muestreo aleatorio para modelar una amplia gama de posibles escenarios y calcular la distribución de probabilidades de los resultados. Aunque cada método tiene sus propias ventajas y limitaciones, la comparación entre el árbol de decisión y la simulación de Monte Carlo resalta la importancia de utilizar enfoques múltiples y complementarios en el análisis cuantitativo de riesgos, con el fin de obtener una evaluación más completa y precisa de la incertidumbre asociada con un proyecto.

En resumen, tanto en el análisis cualitativo como en el cuantitativo de riesgos, es fundamental seleccionar y aplicar las metodologías más adecuadas según las características específicas del proyecto, la información con la que se cuenta y las necesidades de lo que se quiere conocer en el proceso de evaluación de riesgos. El método TOPSIS ofrece una sólida base para la categorización y priorización de riesgos en el análisis cualitativo, mientras que tanto el árbol de decisión como la simulación de Monte Carlo son herramientas valiosas en el análisis cuantitativo, proporcionando enfoques complementarios para la evaluación y gestión de la incertidumbre.

Al haber integrado y combinado diferentes técnicas y enfoques para la gestión de riesgos en los proyectos de infraestructura vial de Othón P. Blanco, se pueden tomar decisiones más informadas y eficaces para mitigar los riesgos y aumentar la probabilidad de éxito en la ejecución de proyectos aún más complejos.

Referencias

Armengou Marsans, L. M., & Cuellar Marquez, O. (2000). SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN; UNA RESPONSABILIDAD SOCIAL DE LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS. 1.

Bayraktar, O. Y. (2020). Risk management in construction sector. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 237–243. doi:https://doi.org/10.30574/wjarr.2020.8.2.0433

Beckers, F., Nicola , C., Flesch, A., Jiri , M., Silva, E., & Stegemann, U. (2013). A risk-management approach to successful infrastructure project. *McKinsey Working Papers on Risk*(52), 1.

Castro Carrera, F. F., Castro Merino, E. P., Osorio López, J. C., & Merizalde Aguirre, J. E. (2021). CAUSAS DE RETRASO EN LA CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN ECUADOR. *Revista Gaceta Técnica.*, 3-19. doi:https://doi.org/10.51372/gacetatecnica231.2

Chacón Vega, R. J. (2018). Clasificación y distribución de riesgos en proyectos de infraestructura desarrollados por medio de Alianzas Público-Privadas (APP) en Costa Rica. *Revista Infraestructura Vial / LanammeUCR, 20*(35), 37-45.

Instituto Mexicano de Competitividad (IMCO). (2018). *Ineficiencia y riesgo de corrupcion en obra publica-Estudio de caso del Tren Interurbano México-Toluca.* Mexico, México: Instituto Mexicano de Competitividad (IMCO).

Jaber, A. Z. (agosto de 2019). Assessment Risk in construction projects in Iraq using COPRAS-SWARA Combined method. *Journal of Civil soutwest Jiaotong University, 54*, 1-13. doi:https://doi.org/10.35741/issn.0258-2724.54.4.28

Osei-Kyei, R., Narbaev, T., & Ampratwum , G. (2022). A Scientometric Analysis of Studies on Risk Management in Construction Projects. (A. Banaitis, Ed.) *Buildings*, 20. doi:https://doi.org/10.3390/

Plebankiewicz, E., Zima, K., & Wieczorek, D. (27 de enero de 2021). Modelling of time, cost and risk of construction with using fuzzy logic. *Journal of Civil Engineering and Management, 27*, 412-426. doi:https://doi.org/10.3846/jcem.2021.15255

Project Management Institute. (2021). *The standard for project management and a guide to the project management body* (Seven edition ed.). (I. Project Management Institute, Ed.) Pennsylvania, Newtown Square.

Satish Kumar, V. K. (2019). Critical Risk factors un international construction Projects An Indian perspective. *Engineering, Construction and Architectural Management, 27*(5), 1169-1190. doi:https://doi.org/10.1108/ECAM-04-2019-0220

Grupo Funcional Desarrollo Social/Gasto Federalizado (2022), Informe Individual del Resultado de la Fiscalización Superior de la Cuenta Pública 2020

Crisóstomo, A., & Herrera, R. F. (2018). Metodología de toma de decisiones para la selección de subcontratos en la industria de la construcción. *Obras y proyectos*, (24), 28-40. doi:http://dx.doi.org/10.4067/s0718-28132018000200028

Klochko, E. N., Britikova, E. A., & Kovalenko, L. V. (2019, December). The main factors causing the outsourcing use in the construction organizations' activities. *In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 698, No. 7, p. 077043). IOP Publishing, doi:https://doi.org/10.1088/1757-899X/698/7/077043

Yaseen, Z. M., Ali, Z. H., Salih, S. Q., & Al-Ansari, N. (2020). Prediction of risk delay in construction projects using a hybrid artificial intelligence model. *Sustainability*, 12(4), 1514. doi:https://doi.org/10.3390/su12041514

Qazi, A., & Dikmen, I. (2019). From risk matrices to risk networks in construction projects. *IEEE transactions on engineering management*, 68(5), 1449-1460, doi: https://doi.org/10.1109/TEM.2019.2907787

Viswanathan, S. K., & Jha, K. N. (2020). Critical risk factors in international construction projects: An Indian perspective. Engineering, *Construction and Architectural Management*, doi: https://doi.org/10.1108/ECAM-04-2019-0220

Adeleke, A. Q., Bahaudin, A. Y., Kamaruddeen, A. M., Bamgbade, J. A., & Ali, M. W. (2019). An empirical analysis of organizational external factors on construction risk management. *Supply Chain Management*, 8(1), 932, doi: https://doi.org/10.1108/ECAM-04-2019-0220

Love, P. E., & Matthews, J. (2020). Quality, requisite imagination and resilience: Managing risk and uncertainty in construction. *Reliability Engineering & System Safety*, 204, 107172, doi: https://doi.org/10.1016/j.ress.2020.107172

Gupta, V. K., & Thakkar, J. J. (2018). A quantitative risk assessment methodology for construction project. *Sādhanā*, 43(7), 1-16, doi: https://doi.org/10.1007/s12046-018-0846-6

Karakhan, A., & Gambatese, J. (2018). Hazards and risk in construction and the impact of incentives and rewards on safety outcomes. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 23(2), 04018005., doi: https://doi.org/10.1061/(ASCE)SC.1943-5576.0000359

Guo, S., Zhou, X., Tang, B., & Gong, P. (2020). Exploring the behavioral risk chains of accidents using complex network theory in the construction industry. Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications, 560, 125012, doi: https://doi.org/10.1016/j.physa.2020.125012

Alves, J. L., Ferreira, E. A., & de Nadae, J. (2021). Crisis and risks in engineering project management: A review. Brazilian Journal of Operations & Production Management, 18(4), 1-17.

"Naji, KK, Gunduz, M. y Naser, AF (2022). Sistema de soporte de proyectos de gestión de órdenes de cambio de construcción utilizando el método Delphi. Revista de Ingeniería Civil y Gestión , 28 (7), 564–589. https://doi.org/10.3846/jcem.2022.17203

"Muhammed, A. O., Yakubu, H. A., Aboh, M. E., Abubakar, A. A. A., & Muhammed, A. A. (2022, August). A Critical Literature Review on the Factors Causing Delays, Failures and Abandonments of Construction Infrastructure Projects. In ICSET: International Conference on Sustainable Engineering and Technology (Vol. 1, No. 1, pp. 195-204).

Alameri, A., Alhammadi, A. S. M., Memon, A. H., Rahman, I. A., & Nasaruddin, N. A. N. (2021). Assessing the Risk Level of the Challenges Faced In Construction Projects. Engineering, Technology & Applied Science Research, 11(3), 7152-7157.

Narváez Rosero, M. D. P. (2014). Gestión de riesgos en la fase de diseño para proyectos de construcción utilizando la guía PMBOK,Recuperado de: http://hdl.handle.net/10654/11555

Ahmed, A., Kayis, B., & Amornsawadwatana, S. (2007). A review of techniques for risk management in projects. Benchmarking: An International Journal.

Khattak, J., Akhtar, R., Abas, M., Khalid, Q. S., Noor, S., Babar, A., & Azim, S. (2019). Risk management in construction projects: Perspective of contractors and owners. WALIA journal, 35(1), 7789.

Ceballos, B., Lamata, M. T., Pelta, D., & Sánchez, J. M. (2013). El método TOPSIS relativo vs. absoluto. Revista Electrónica de Comunicaciones y trabajos de ASEPUMA, 14(2), 181-192.

Nabawy, M., & Khodeir, L. M. (2020). A systematic review of quantitative risk analysis in construction of mega projects. Ain Shams Engineering Journal, 11(4), 1403-1410.

Córdova Pacheco, G., & Flores Proaño, D. (2019). Metodología para la gestión de riesgos y oportunidades en el sistema de gestión de los servicios científico-técnicos DECA. *Redalyc*. Recuperado de https://www.redalyc.org/journal/1816/181671261003/html/

Yoon, K. P., & Hwang, C. L. (1995). Multiple attribute decision making: an introduction. Sage publications.

Barba-Romero, S., & Pomerol, J. C. (1997). *Decisiones multicriterio: fundamentos teóricos y utilización práctica*. Universidad de Alcalá, Servicio de Publicaciones.

Auditoria Superior del Estado de Quintana Roo,(2023). Auditoría de Cumplimiento de Inversiones Físicas realizadas con Recursos del Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social Municipal y de las demarcaciones Territoriales del Distrito Federal (FISM - DF)

Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Quintana Roo (2018), Decreto 190 de la XVII legislatura constitucional publicado en el periódico oficial del estado de Quintana Roo el 21 de diciembre de 2023.

Amaro, Nayma. M., Montesinos, D. F. P., & Pérez, P. Y. P. (2021). Análisis cualitativo y cuantitativo de los riesgos en proyectos de software. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, *14*(4), 96-110.

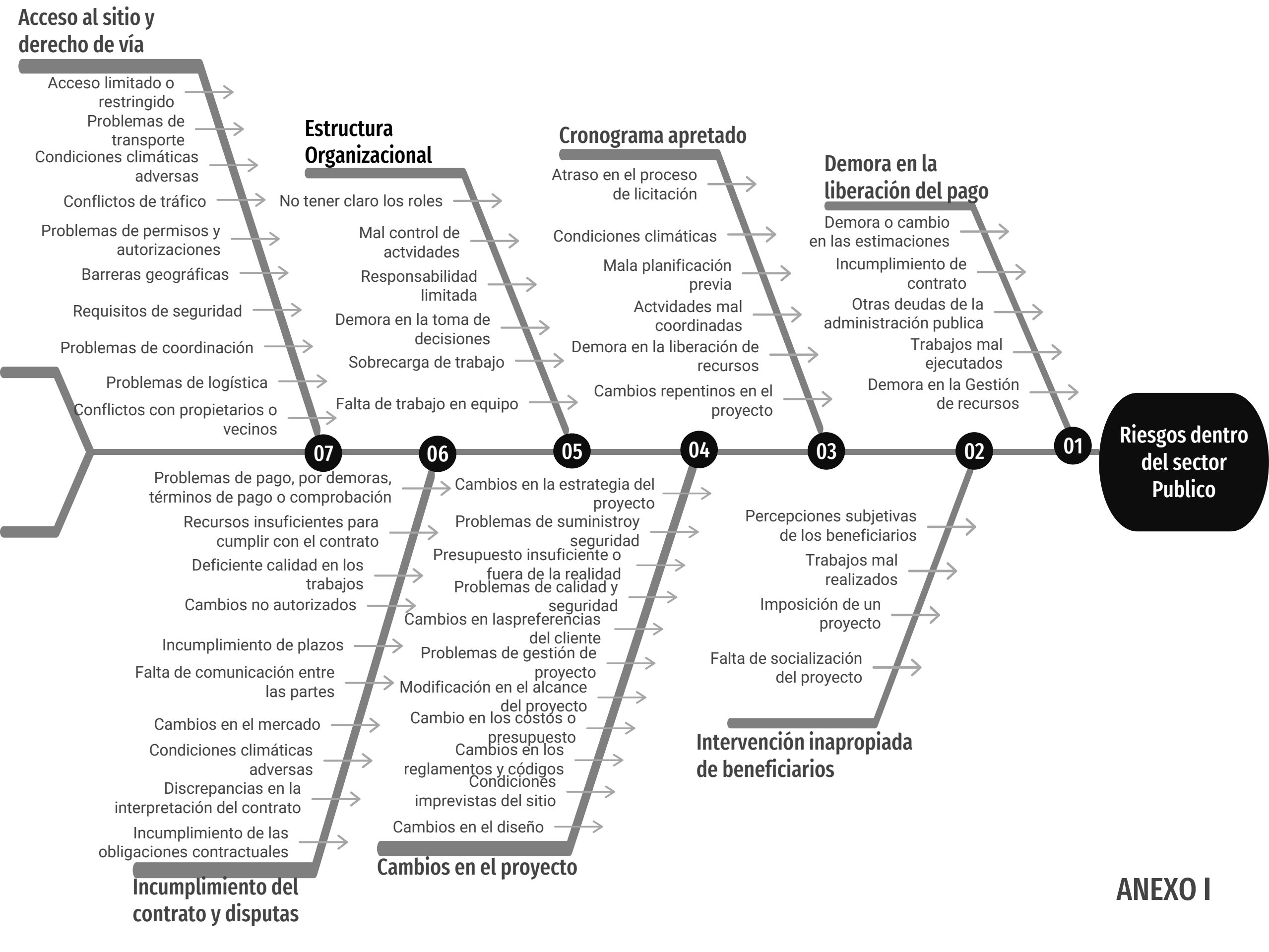
Anexos

ANEXO I

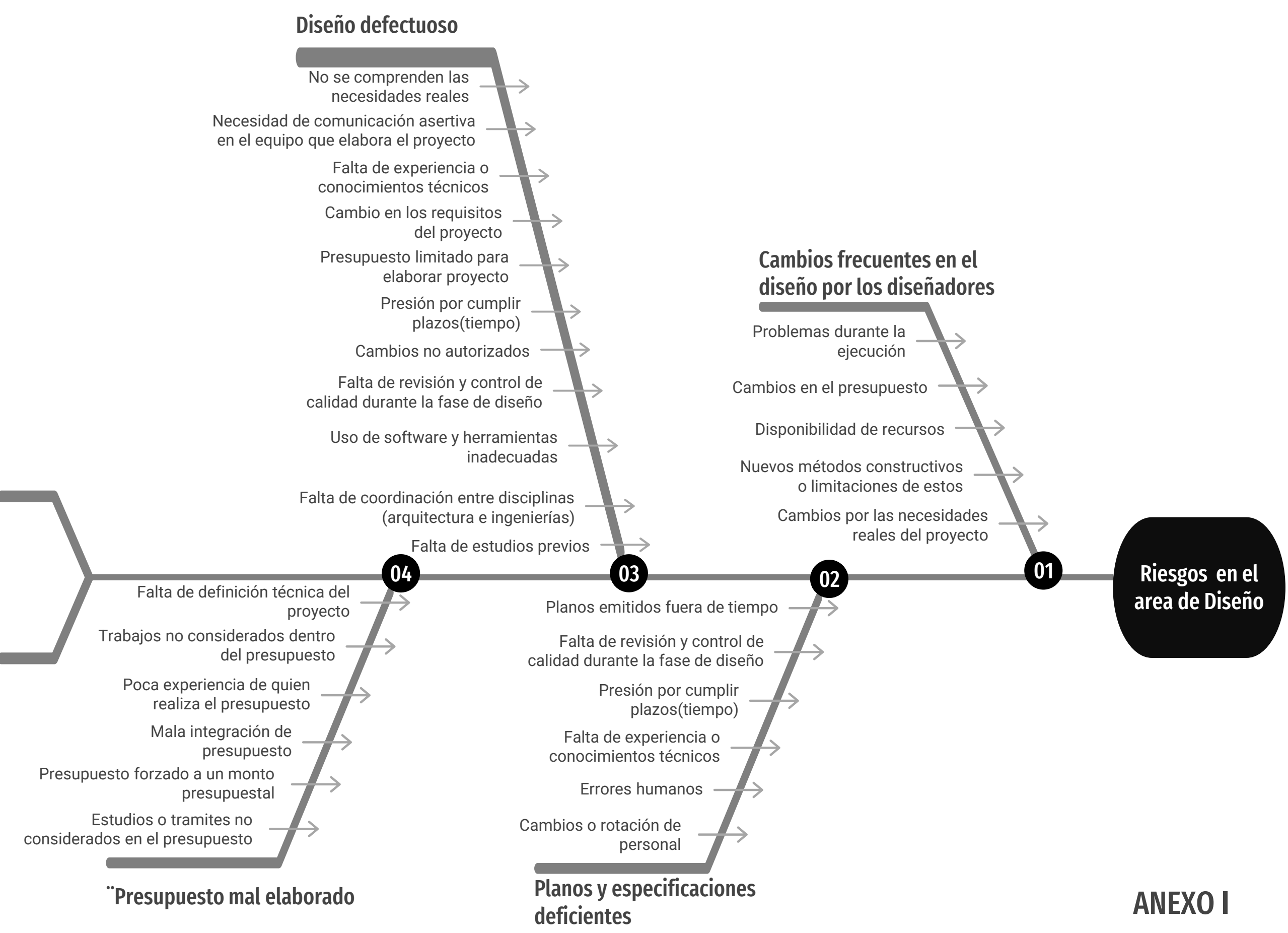
DIAGRAMAS DE CAUSA Y EFECTO

ANÁLISIS DE CAUSA Y EFECTO DE RIESGOS INTERNOS

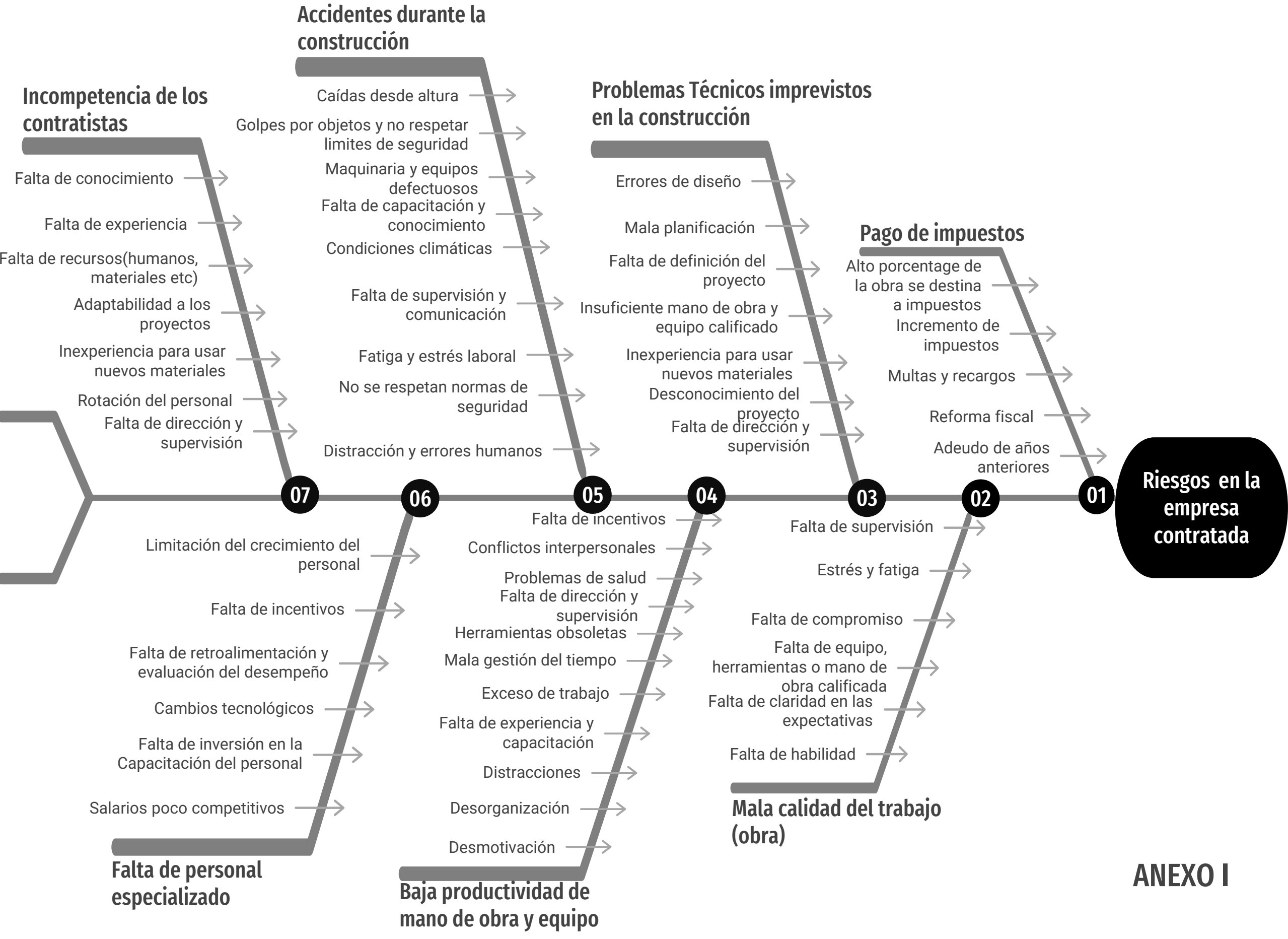
ANEXO I


Riesgos dentro del sector Publico
01
Acceso al sitio y derecho de vía
Acceso limitado o restringido
Problemas de transporte
Condiciones climáticas adversas
Conflictos de tráfico
Problemas de permisos y autorizaciones
Barreras geográficas
Requisitos de seguridad
Problemas de coordinación
Problemas de logística
Conflictos con propietarios o vecinos
02
Demora en la liberación del pago
Demora o cambio en las estimaciones
Incumplimiento de contrato
Otras deudas de la administración publica
Trabajos mal ejecutados
Demora en la Gestión de recursos
03
Cronograma apretado
Atraso en el proceso de licitación
Condiciones climáticas
Mala planificación previa
Actvidades mal coordinadas
Demora en la liberación de recursos
Cambios repentinos en el proyecto
04
Estructura Organizacional
No tener claro los roles
Mal control de actvidades
Responsabilidad limitada
Demora en la toma de decisiones
Sobrecarga de trabajo
Falta de trabajo en equipo
05
Intervención inapropiada de beneficiarios
Percepciones subjetivas de los beneficiarios
Trabajos mal realizados
Imposición de un proyecto
Falta de socialización del proyecto
06
Cambios en el proyecto
Cambios en la estrategia del proyecto
Problemas de suministroy seguridad
Presupuesto insuficiente o fuera de la realidad
Problemas de calidad y seguridad
Cambios en laspreferencias del cliente
Problemas de gestión de proyecto
Modificación en el alcance del proyecto
Cambio en los costos o presupuesto
Cambios en los reglamentos y códigos
Condiciones imprevistas del sitio
Cambios en el diseño
07
Incumplimiento del contrato y disputas
Problemas de pago, por demoras, términos de pago o comprobación
Recursos insuficientes para cumplir con el contrato
Deficiente calidad en los trabajos
Cambios no autorizados
Incumplimiento de plazos
Falta de comunicación entre las partes
Cambios en el mercado
Condiciones climáticas adversas
Discrepancias en la interpretación del contrato
Incumplimiento de las obligaciones contractuales

ANEXO I


Riesgos en el area de Diseño
01
Cambios frecuentes en el diseño por los diseñadores
Problemas durante la ejecución
Cambios en el presupuesto
Disponibilidad de recursos
Nuevos métodos constructivos o limitaciones de estos
Cambios por las necesidades reales del proyecto
02
Planos y especificaciones deficientes
Planos emitidos fuera de tiempo
Falta de revisión y control de calidad durante la fase de diseño
Presión por cumplir plazos(tiempo)
Falta de experiencia o conocimientos técnicos
Errores humanos
Cambios o rotación de personal
03
Diseño defectuoso
No se comprenden las necesidades reales
Necesidad de comunicación asertiva en el equipo que elabora el proyecto
Falta de experiencia o conocimientos técnicos
Cambio en los requisitos del proyecto
Presupuesto limitado para elaborar proyecto
Presión por cumplir plazos(tiempo)
Cambios no autorizados
Falta de revisión y control de calidad durante la fase de diseño
Uso de software y herramientas inadecuadas
Falta de coordinación entre disciplinas (arquitectura e ingenierías)
Falta de estudios previos
04
¨Presupuesto mal elaborado
Falta de definición técnica del proyecto
Trabajos no considerados dentro del presupuesto
Poca experiencia de quien realiza el presupuesto
Mala integración de presupuesto
Presupuesto forzado a un monto presupuestal
Estudios o tramites no considerados en el presupuesto

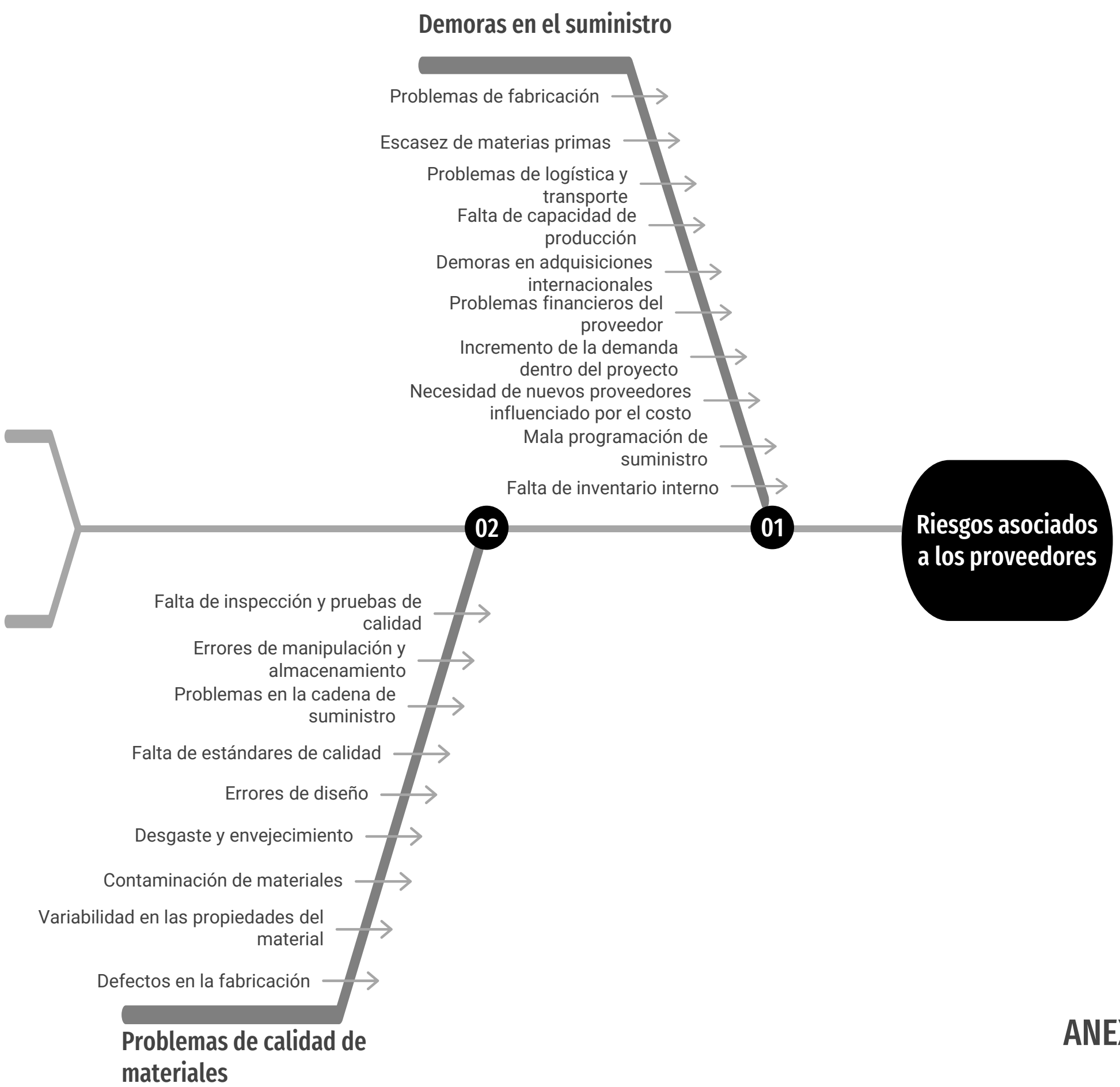
ANEXO I


Riesgos en la empresa contratada
01
Pago de impuestos
Alto porcentage de la obra se destina a impuestos
Incremento de impuestos
Multas y recargos
Reforma fiscal
Adeudo de años anteriores
02
Mala calidad del trabajo (obra)
Falta de supervisión
Estrés y fatiga
Falta de compromiso
Falta de equipo, herramientas o mano de obra calificada
Falta de claridad en las expectativas
Falta de habilidad
03
Problemas Técnicos imprevistos en la construcción
Errores de diseño
Mala planificación
Falta de definición del proyecto
Insuficiente mano de obra y equipo calificado
Inexperiencia para usar nuevos materiales
Desconocimiento del proyecto
Falta de dirección y supervisión
04
Baja productividad de mano de obra y equipo
Falta de incentivos
Conflictos interpersonales
Problemas de salud
Falta de dirección y supervisión
Herramientas obsoletas
Mala gestión del tiempo
Exceso de trabajo
Falta de experiencia y capacitación
Distracciones
Desorganización
Desmotivación
05
Accidentes durante la construcción
Caídas desde altura
Golpes por objetos y no respetar limites de seguridad
Maquinaria y equipos defectuosos
Falta de capacitación y conocimiento
Condiciones climáticas
Falta de supervisión y comunicación
Fatiga y estrés laboral
No se respetan normas de seguridad
Distracción y errores humanos
06
Falta de personal especializado
Limitación del crecimiento del personal
Falta de incentivos
Falta de retroalimentación y evaluación del desempeño
Cambios tecnológicos
Falta de inversión en la Capacitación del personal
Salarios poco competitivos
07
Incompetencia de los contratistas
Falta de conocimiento
Falta de experiencia
Falta de recursos(humanos, materiales etc)
Adaptabilidad a los proyectos
Inexperiencia para usar nuevos materiales
Rotación del personal
Falta de dirección y supervisión

ANEXO I


Riesgos asociados a los subcontratistas
01
Mal desempeño de los subcontratistas
Contrato con obligaciones poco claras o limitadas
Desconocimiento total del proyecto
Falta de equipo, herramientas o mano de obra calificada
Problemas financieros
Falta de supervisión
Cambios contantes en el proyecto
02
Falta de personal especializado
Limitación del crecimiento del personal
Falta de incentivos
Falta de retroalimentación y evaluación del desempeño
Cambios tecnológicos
Falta de inversión en la Capacitación del personal
Salarios poco competitivos
03
Mala calidad del trabajo (obra)
Falta de habilidad
Falta de claridad en las expectativas
Falta de equipo, herramientas o mano de obra calificada
Falta de compromiso
Estrés y fatiga
Falta de supervisión
04
Incumplimiento de contratos y disputas de subcontratistas
Problemas de pago, por demoras, términos de pago o comprobación
Recursos insuficientes para cumplir con el contrato
Deficiente calidad en los trabajos
Cambios no autorizados
Incumplimiento de plazos
Falta de comunicación entre las partes
Modificación de presupuesto
Condiciones climáticas adversas
Discrepancias en la interpretación del contrato
Incumplimiento de las obligaciones contractuales
05
Baja productividad de mano de obra y equipo
Desmotivación
Desorganización
Distracciones
Falta de experiencia y capacitación
Exceso de trabajo
Mala gestión del tiempo
Herramientas obsoletas
Falta de dirección y supervisión
Problemas de salud
Conflictos interpersonales
Falta de incentivos

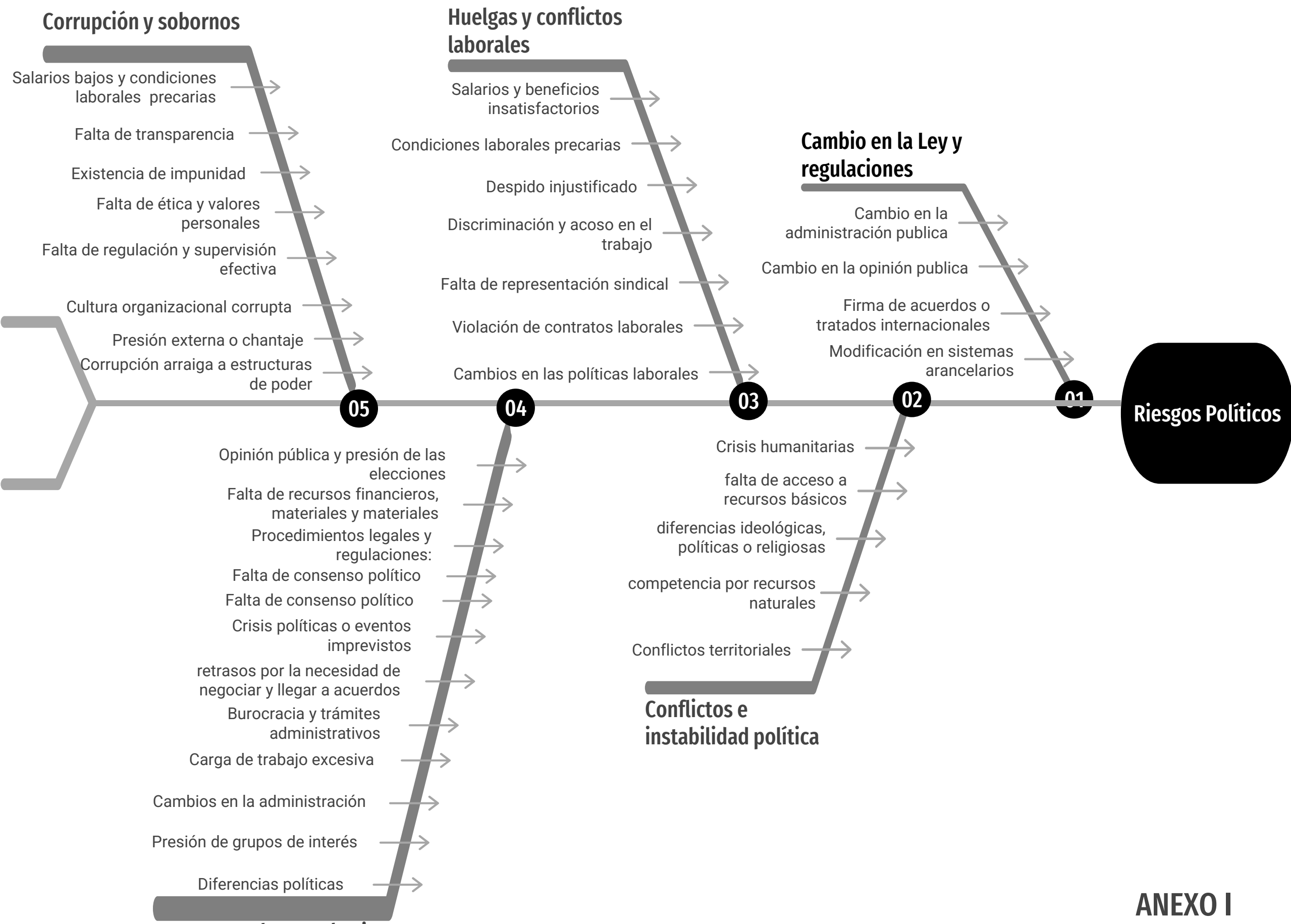
ANEXO I


Riesgos asociados a los proveedores
01
Demoras en el suministro
Problemas de fabricación
Escasez de materias primas
Problemas de logística y transporte
Falta de capacidad de producción
Demoras en adquisiciones internacionales
Problemas financieros del proveedor
Incremento de la demanda dentro del proyecto
Necesidad de nuevos proveedores influenciado por el costo
Mala programación de suministro
Falta de inventario interno
02
Problemas de calidad de materiales
Falta de inspección y pruebas de calidad
Errores de manipulación y almacenamiento
Problemas en la cadena de suministro
Falta de estándares de calidad
Errores de diseño
Desgaste y envejecimiento
Contaminación de materiales
Variabilidad en las propiedades del material
Defectos en la fabricación

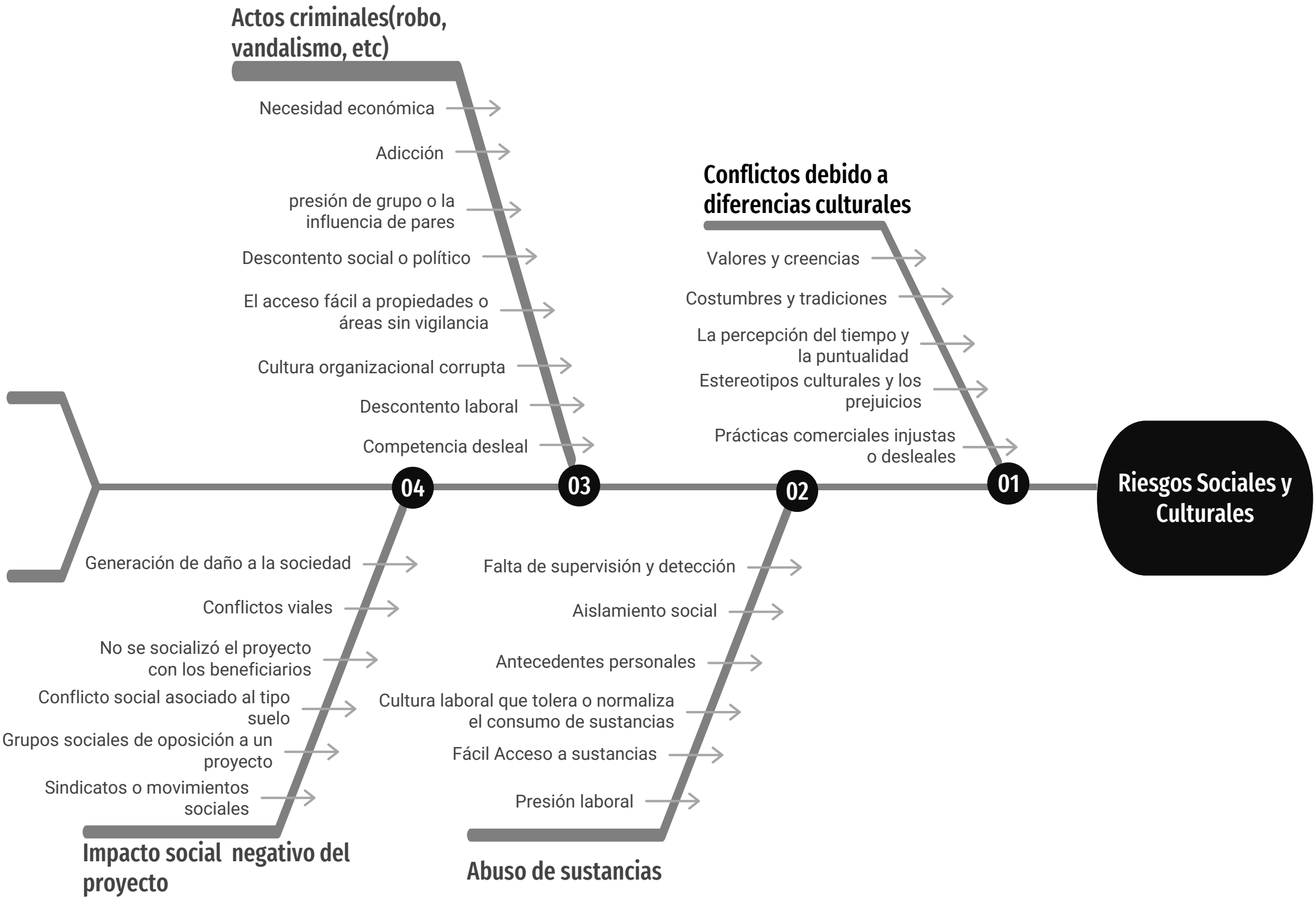
ANEXO I

ANÁLISIS DE CAUSA Y EFECTO DE RIESGOS EXTERNOS

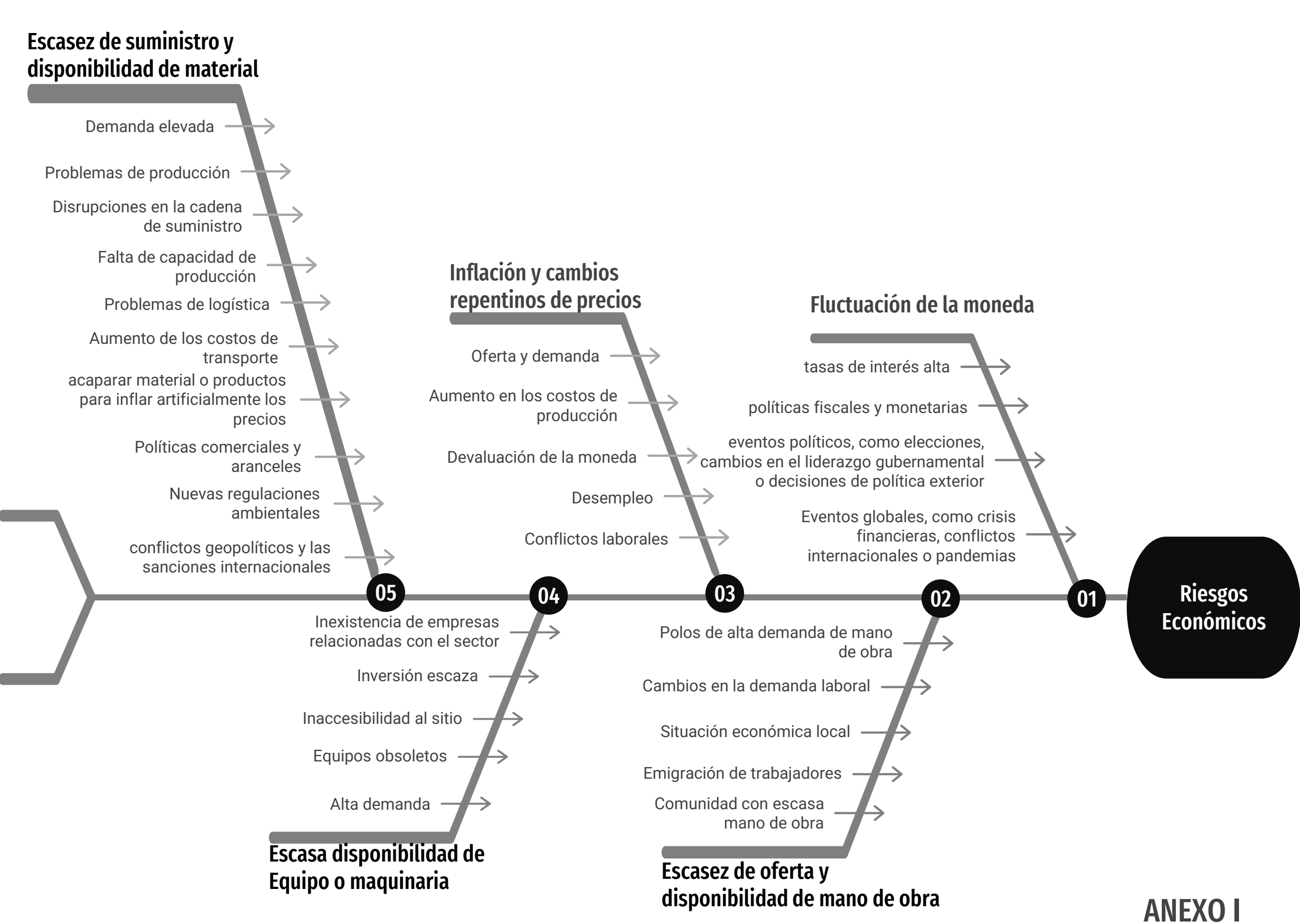
ANEXO I


Corrupción y sobornos
Salarios bajos y condiciones laborales precarias
Falta de transparencia
Existencia de impunidad
Falta de ética y valores personales
Falta de regulación y supervisión efectiva
Cultura organizacional corrupta
Presión externa o chantaje
Corrupción arraiga a estructuras de poder
05
Huelgas y conflictos laborales
Salarios y beneficios insatisfactorios
Condiciones laborales precarias
Despido injustificado
Discriminación y acoso en el trabajo
Falta de representación sindical
Violación de contratos laborales
Cambios en las políticas laborales
04
Cambio en la Ley y regulaciones
Cambio en la administración publica
Cambio en la opinión publica
Firma de acuerdos o tratados internacionales
Modificación en sistemas arancelarios
03
02
01
Riesgos Políticos
Opinión pública y presión de las elecciones
Falta de recursos financieros, materiales y materiales
Procedimientos legales y regulaciones:
Falta de consenso político
Falta de consenso político
Crisis políticas o eventos imprevistos
retrasos por la necesidad de negociar y llegar a acuerdos
Burocracia y trámites administrativos
Carga de trabajo excesiva
Cambios en la administración
Presión de grupos de interés
Diferencias políticas
Retrasos en las aprobaciones del proyecto
Crisis humanitarias
falta de acceso a recursos básicos
diferencias ideológicas, políticas o religiosas
competencia por recursos naturales
Conflictos territoriales
Conflictos e instabilidad política

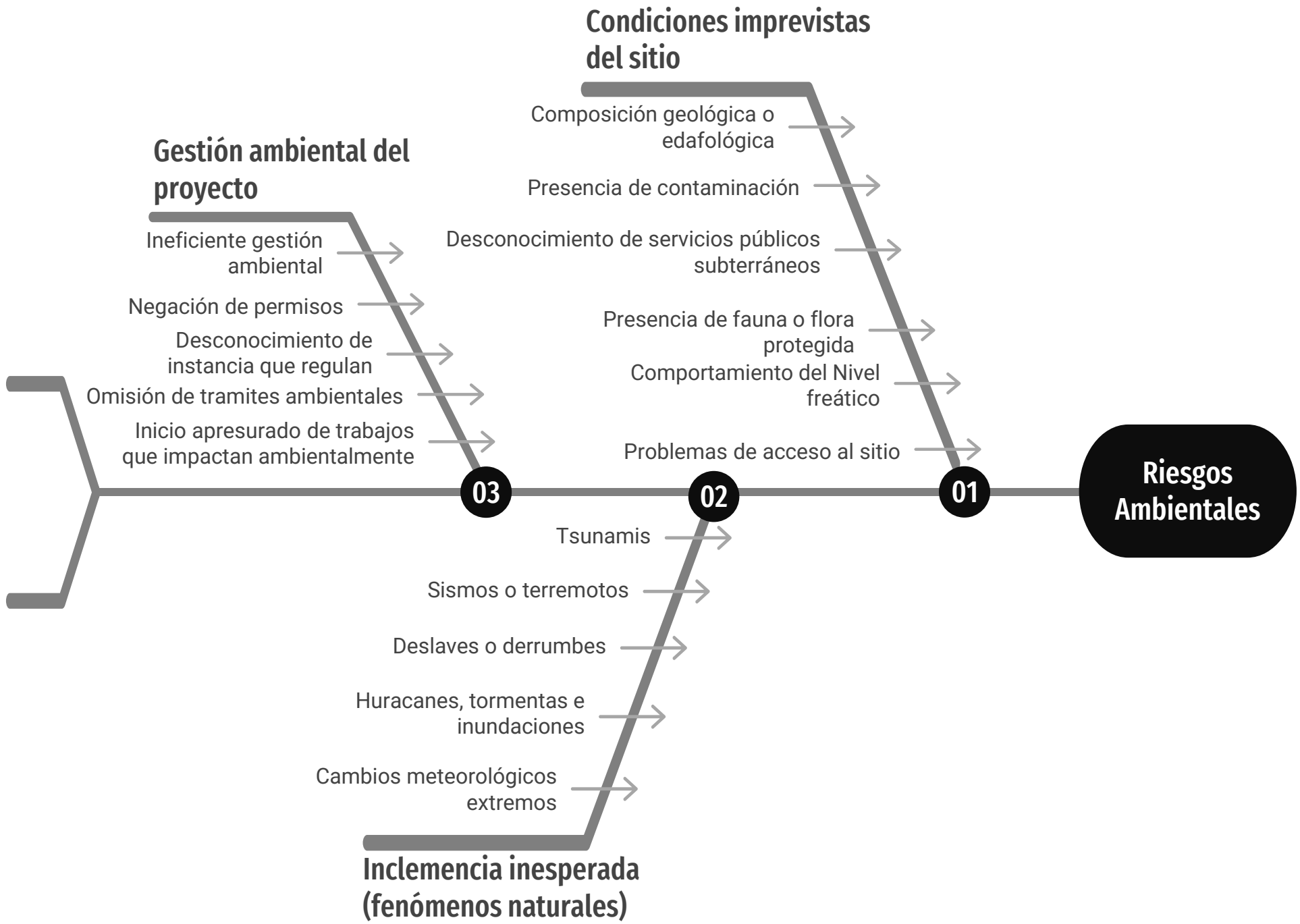
ANEXO I


Actos criminales(robo, vandalismo, etc)
Necesidad económica
Adicción
presión de grupo o la influencia de pares
Descontento social o político
El acceso fácil a propiedades o áreas sin vigilancia
Cultura organizacional corrupta
Descontento laboral
Competencia desleal
Conflictos debido a diferencias culturales
Valores y creencias
Costumbres y tradiciones
La percepción del tiempo y la puntualidad
Estereotipos culturales y los prejuicios
Prácticas comerciales injustas o desleales
Riesgos Sociales y Culturales
01
02
03
04
Generación de daño a la sociedad
Conflictos viales
No se socializó el proyecto con los beneficiarios
Conflicto social asociado al tipo suelo
Grupos sociales de oposición a un proyecto
Sindicatos o movimientos sociales
Impacto social negativo del proyecto
Falta de supervisión y detección
Aislamiento social
Antecedentes personales
Cultura laboral que tolera o normaliza el consumo de sustancias
Fácil Acceso a sustancias
Presión laboral
Abuso de sustancias

ANEXO I


Escasez de suministro y disponibilidad de material
Demanda elevada
Problemas de producción
Disrupciones en la cadena de suministro
Falta de capacidad de producción
Problemas de logística
Aumento de los costos de transporte
acaparar material o productos para inflar artificialmente los precios
Políticas comerciales y aranceles
Nuevas regulaciones ambientales
conflictos geopolíticos y las sanciones internacionales
05
Inflación y cambios repentinos de precios
Oferta y demanda
Aumento en los costos de producción
Devaluación de la moneda
Desempleo
Conflictos laborales
04
Fluctuación de la moneda
tasas de interés alta
políticas fiscales y monetarias
eventos políticos, como elecciones, cambios en el liderazgo gubernamental o decisiones de política exterior
Eventos globales, como crisis financieras, conflictos internacionales o pandemias
03
02
01
Riesgos Económicos
Inexistencia de empresas relacionadas con el sector
Inversión escaza
Inaccesibilidad al sitio
Equipos obsoletos
Alta demanda
Escasa disponibilidad de Equipo o maquinaria
Polos de alta demanda de mano de obra
Cambios en la demanda laboral
Situación económica local
Emigración de trabajadores
Comunidad con escasa mano de obra
Escasez de oferta y disponibilidad de mano de obra

ANEXO I


Condiciones imprevistas del sitio
Composición geológica o edafológica
Presencia de contaminación
Desconocimiento de servicios públicos subterráneos
Presencia de fauna o flora protegida
Comportamiento del Nivel freático
Problemas de acceso al sitio
01
Gestión ambiental del proyecto
Ineficiente gestión ambiental
Negación de permisos
Desconocimiento de instancia que regulan
Omisión de tramites ambientales
Inicio apresurado de trabajos que impactan ambientalmente
03
Riesgos Ambientales
02
Tsunamis
Sismos o terremotos
Deslaves o derrumbes
Huracanes, tormentas e inundaciones
Cambios meteorológicos extremos
Inclemencia inesperada (fenómenos naturales)

ANEXO I

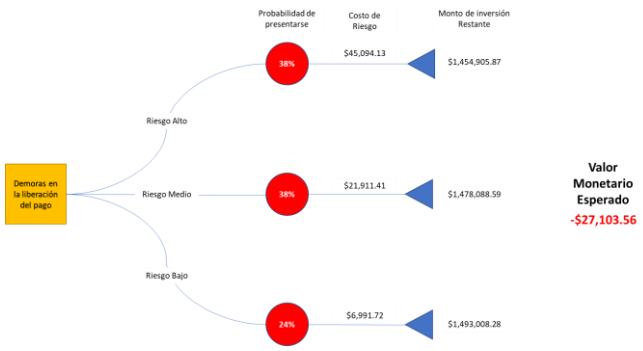

Proceso de licitación injusto
Favoritismo o nepotismo
Corrupción
Manipulación de la convocatoria
Presencia de fauna o flora protegida
falta de transparencia en el proceso de licitación
Restricciones indebidas
conflictos de interés
evaluación injusta o sesgada de las propuestas
Presión política o económica
01
Otros Riesgos Externos
02
no especifica un proceso claro para la resolución de conflictos
Diferencias con la Interpretación de términos legales
problemas con los plazos y las fechas límite
Modificaciones no documentadas
Falta de especificidad
Cambios en las circunstancias
Incumplimiento de contrato
Ambigüedad en los términos del contrato
Retrasos por la resolución de cuestiones contractuales

ANEXO I

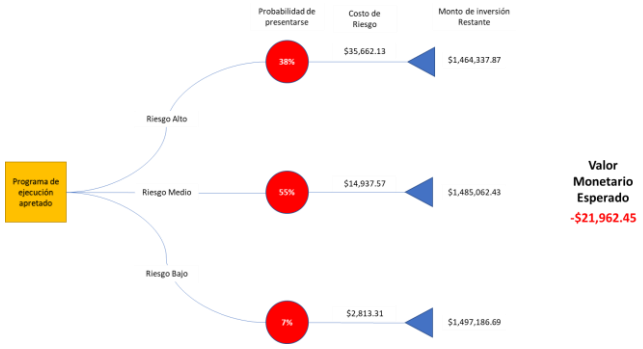
ANEXO II

DIAGRAMAS DE ANÁLISIS DE ÁRBOL DE DECISIÓN CON CÁLCULO DE VALOR MONETARIO ESPERADO

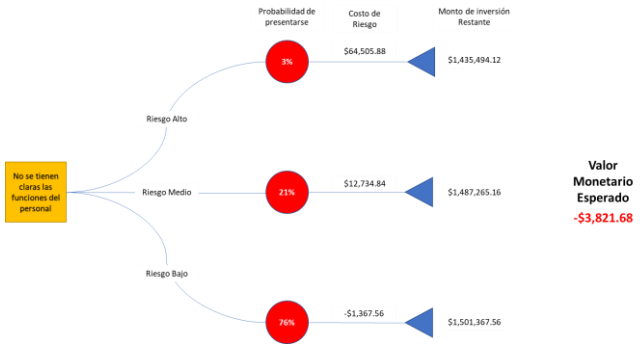
RIESGOS ASOCIADOS AL SECTOR PUBLICO



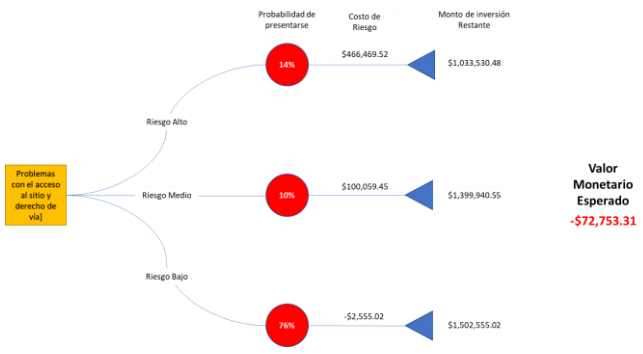
Valor Monetario Esperado
-$27,103.56



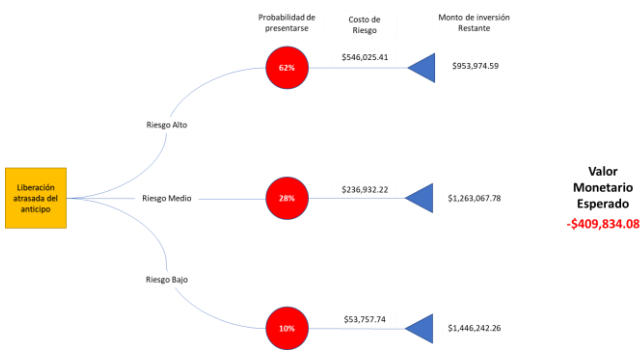
Valor Monetario Esperado
-$21,962.45



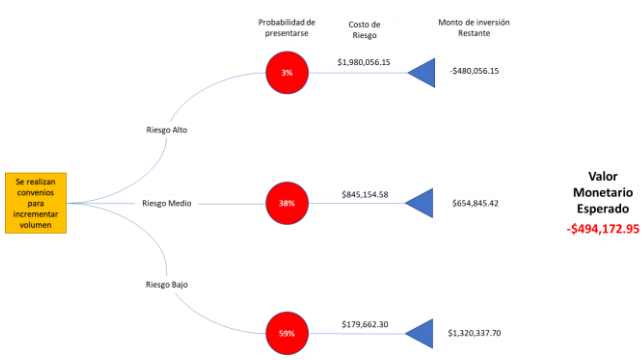
Valor Monetario Esperado
-$3,821.68



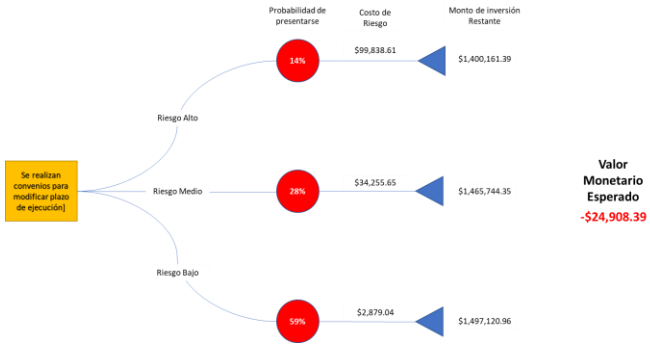
Valor Monetario Esperado
-$72,753.31



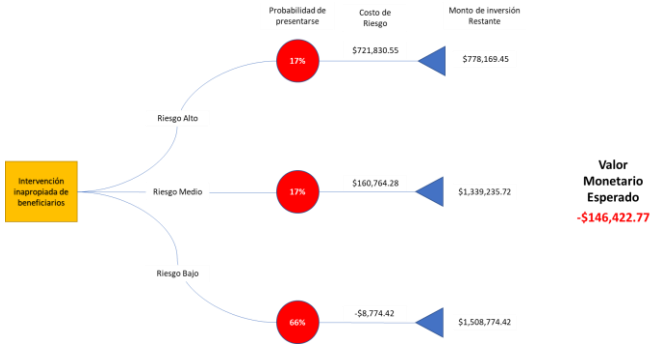
Valor Monetario Esperado
-$409,834.08



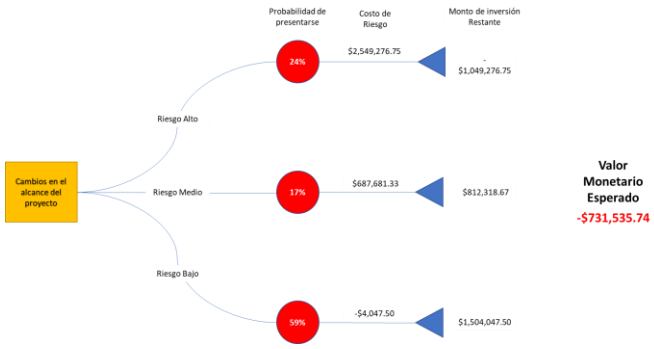
Valor Monetario Esperado
-$494,172.95



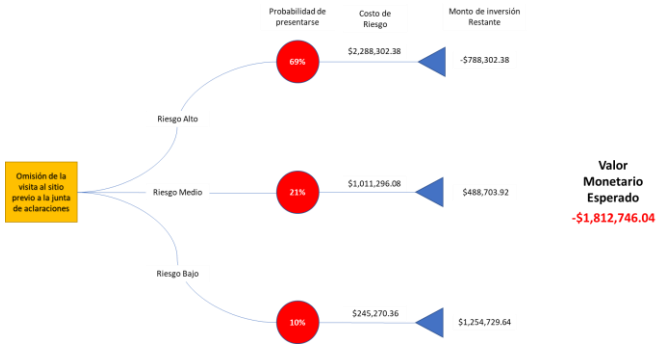
Valor Monetario Esperado
-$24,908.39



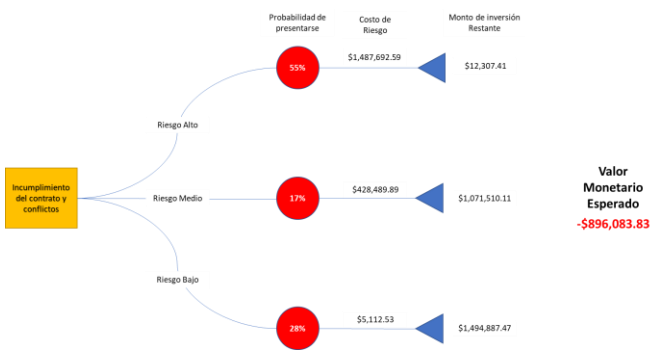
Valor Monetario Esperado
-$146,422.77



Valor Monetario Esperado
-$731,535.74



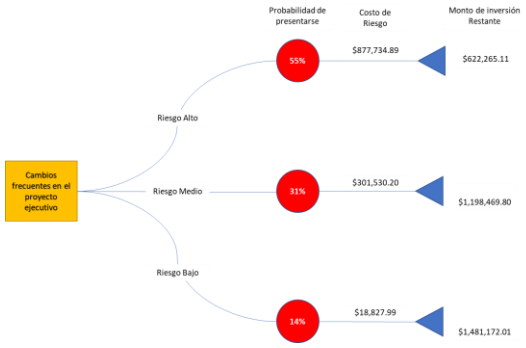
Valor Monetario Esperado
-$1,812,746.04



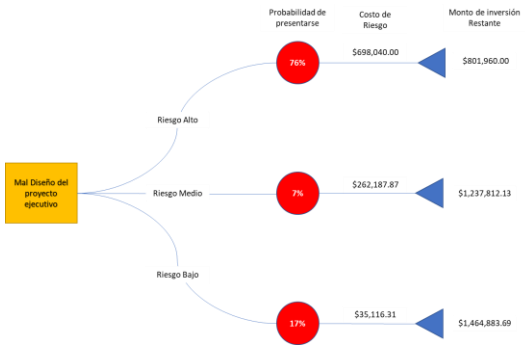
Valor Monetario Esperado
-$896,083.83

ANEXO II

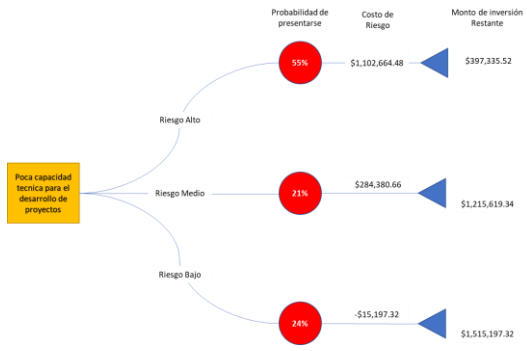
RIESGOS ASOCIADOS AL ÁREA DE DISEÑO



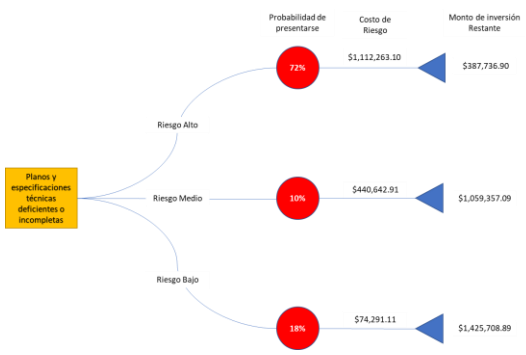
Valor Monetario Esperado
-$580,442.83



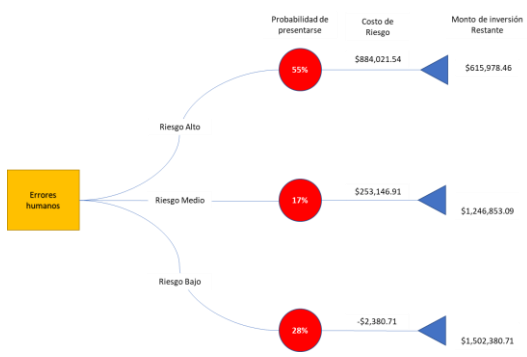
Valor Monetario Esperado
-$553,684.04



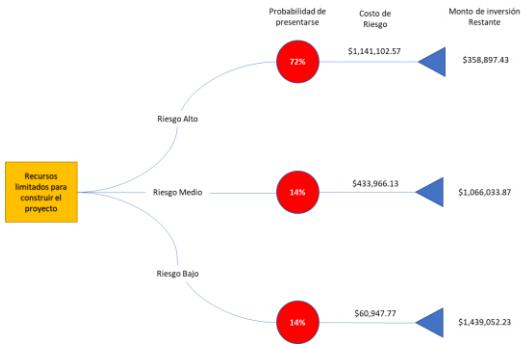
Valor Monetario Esperado
-$663,535.67



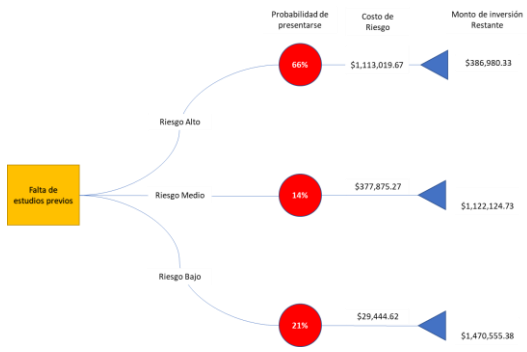
Valor Monetario Esperado
-$863,824.46



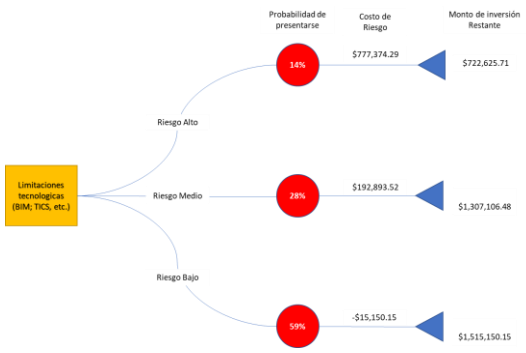
Valor Monetario Esperado
-$530,725.29



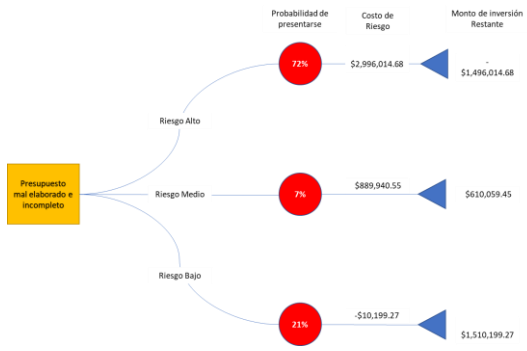
Valor Monetario Esperado
-$894,579.64



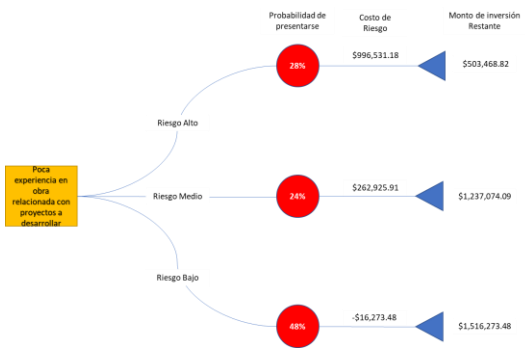
Valor Monetario Esperado
-$787,432.50



Valor Monetario Esperado
-$151,554.92



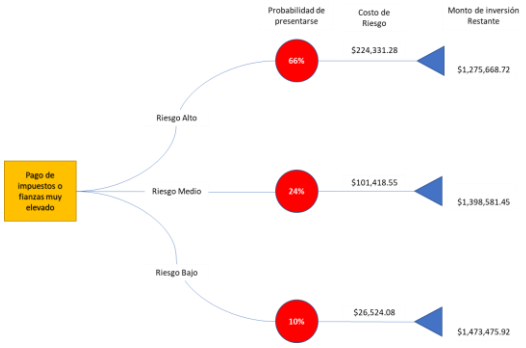
Valor Monetario Esperado
-$2,228,792.89



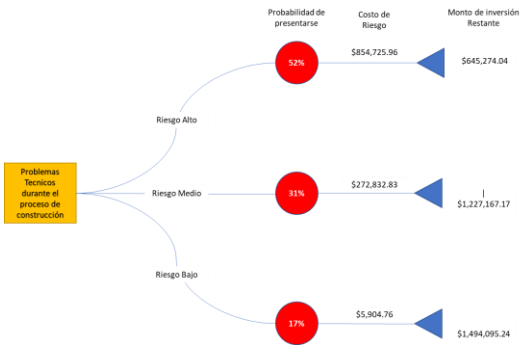
Valor Monetario Esperado
-$330,513.86

ANEXO II

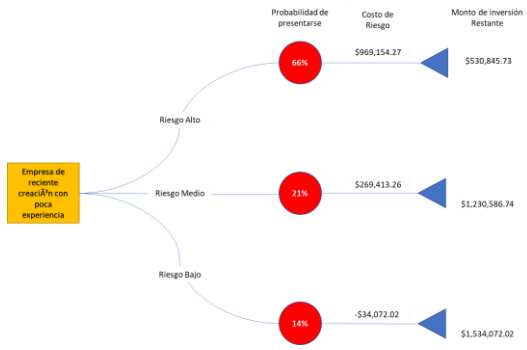
RIESGOS ASOCIADOS A LOS CONTRATISTAS



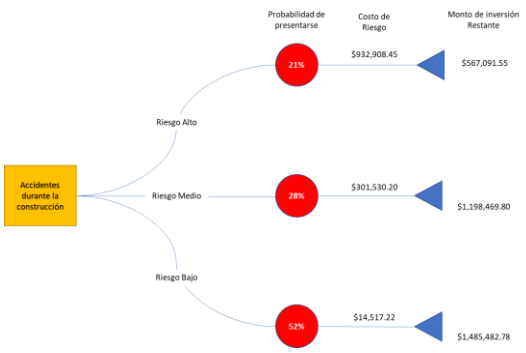
Valor Monetario Esperado
-$174,199.88



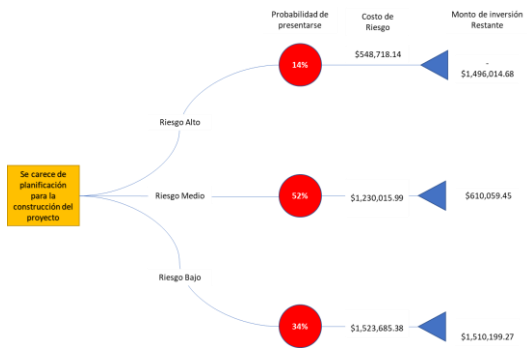
Valor Monetario Esperado
-$527,789.96



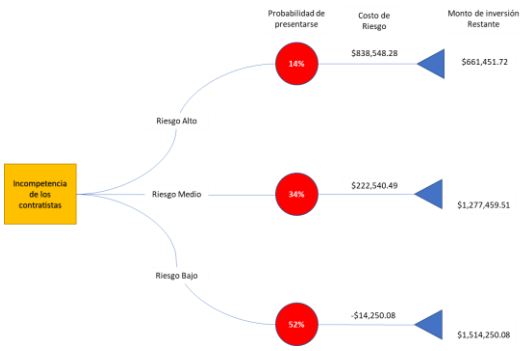
Valor Monetario Esperado
-$686,004.23



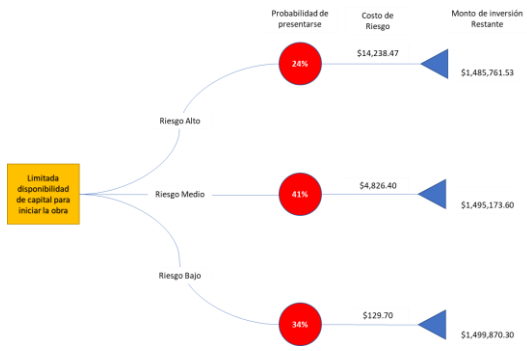
Valor Monetario Esperado
-$283,705.19



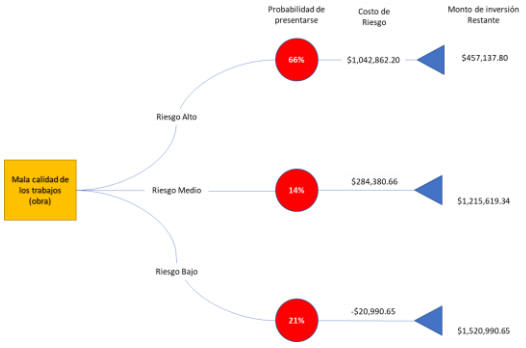
Valor Monetario Esperado
-$262,690.82



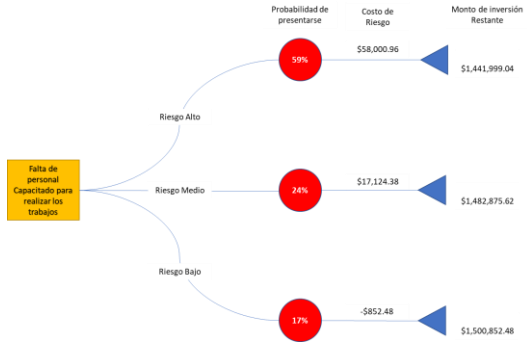
Valor Monetario Esperado
-$185,029.20



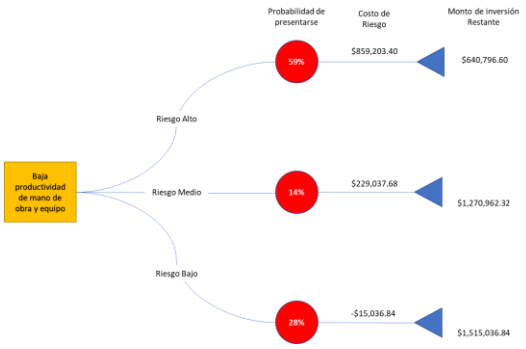
Valor Monetario Esperado
-$5,478.73



Valor Monetario Esperado
-$718,136.57



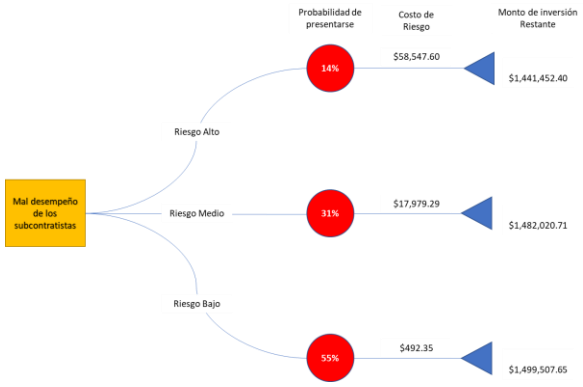
Valor Monetario Esperado
-$37,987.05



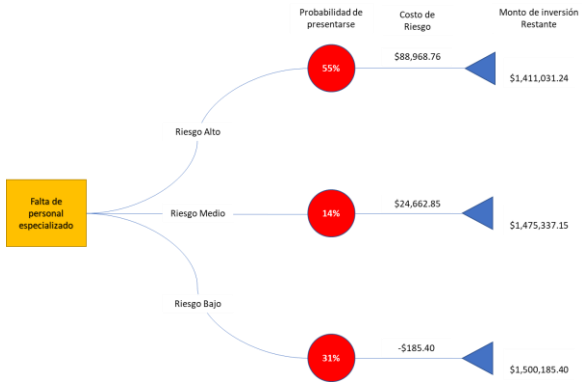
Valor Monetario Esperado
-$531,114.27

ANEXO II

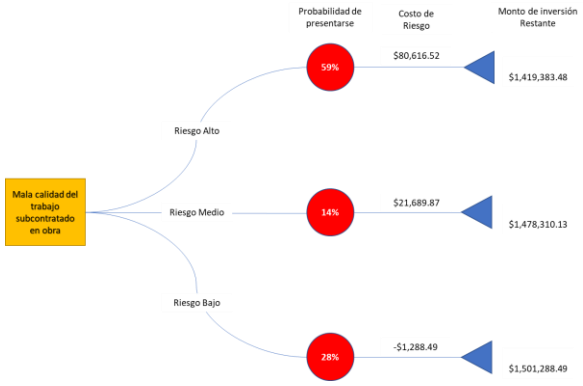
RIESGOS ASOCIADOS A LOS SUBCONTRATISTAS



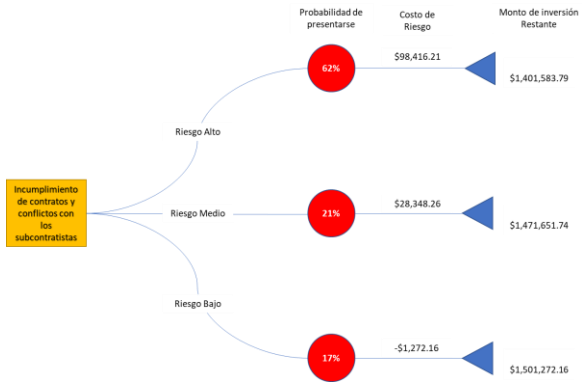
Valor Monetario Esperado
-$13,926.95



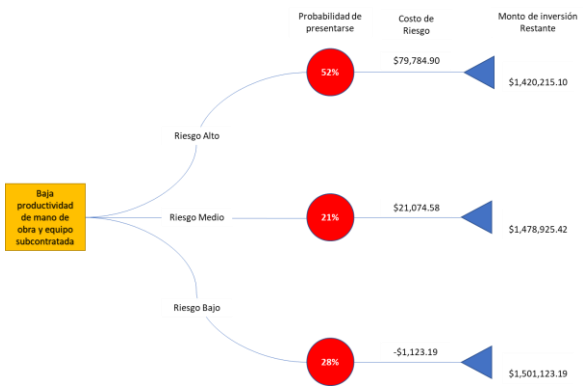
Valor Monetario Esperado
-$52,430.45



Valor Monetario Esperado
-$49,894.22



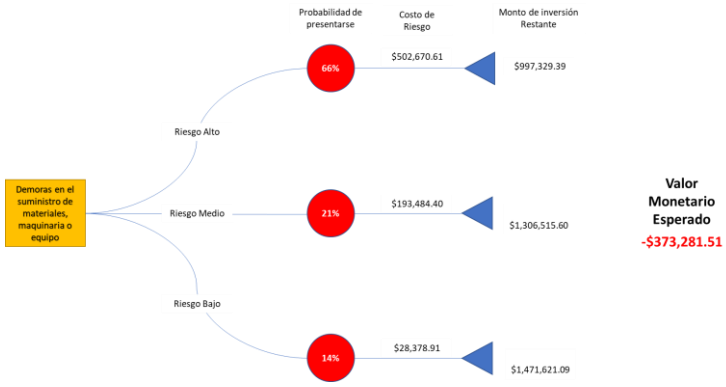
Valor Monetario Esperado
-$66,731.74



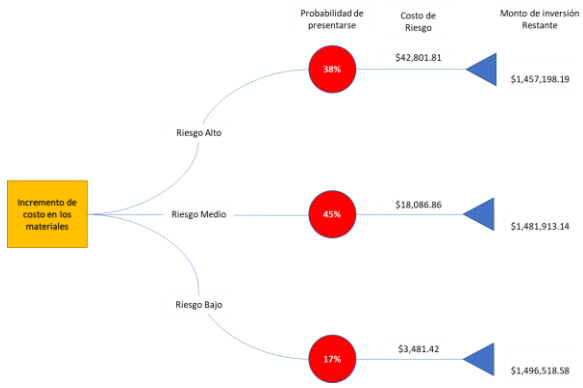
Valor Monetario Esperado
-$45,318.46

ANEXO II

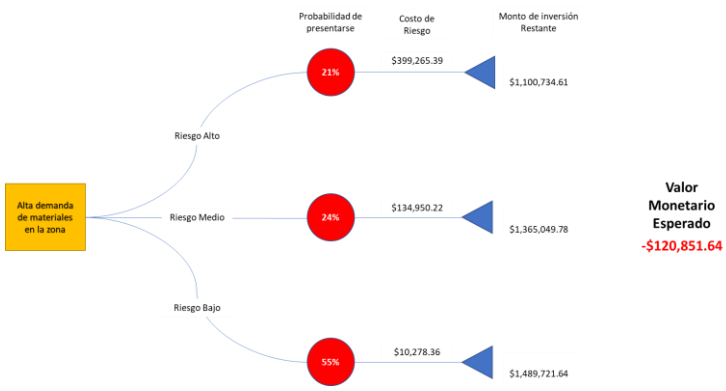
RIESGOS ASOCIADOS A LOS PROVEEDORES



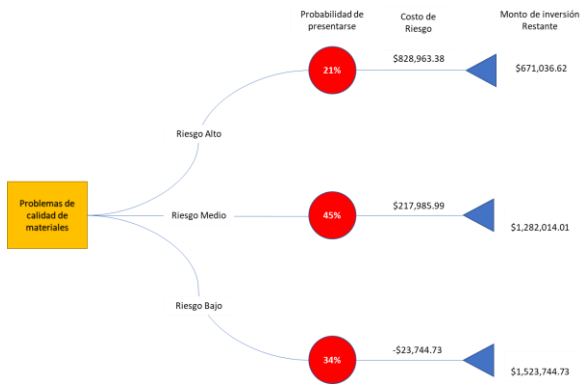
Valor Monetario Esperado
-$373,281.51



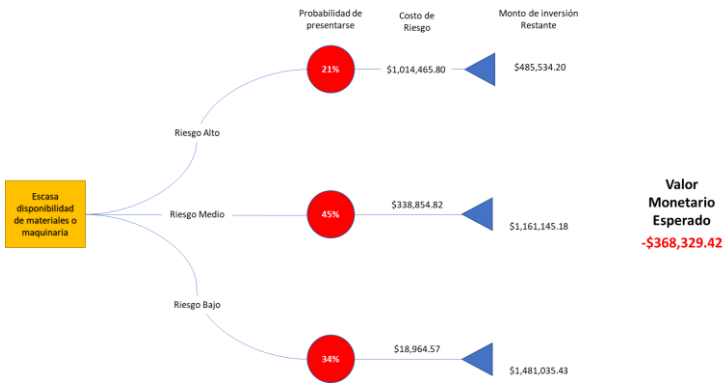
Valor Monetario Esperado
-$24,943.32



Valor Monetario Esperado
-$120,851.64



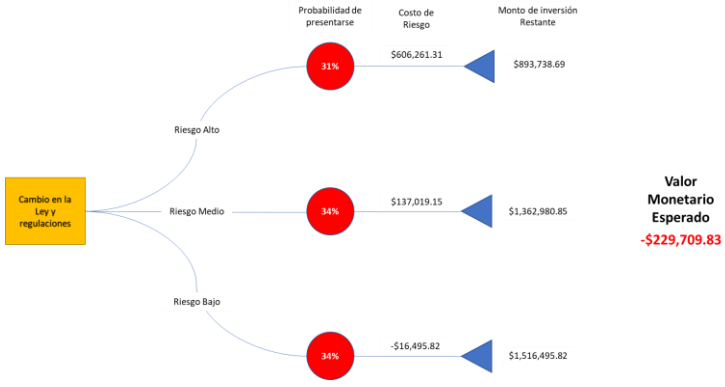
Valor Monetario Esperado
-$261,039.69



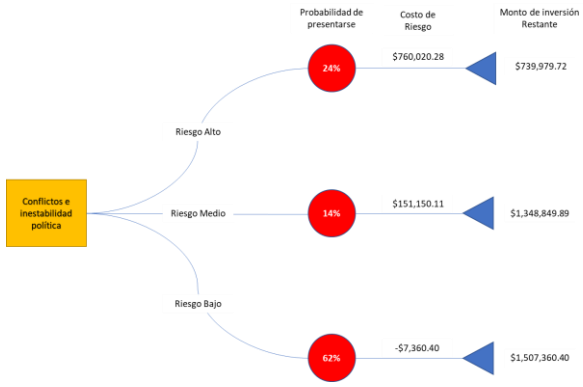
Valor Monetario Esperado
-$368,329.42

ANEXO II

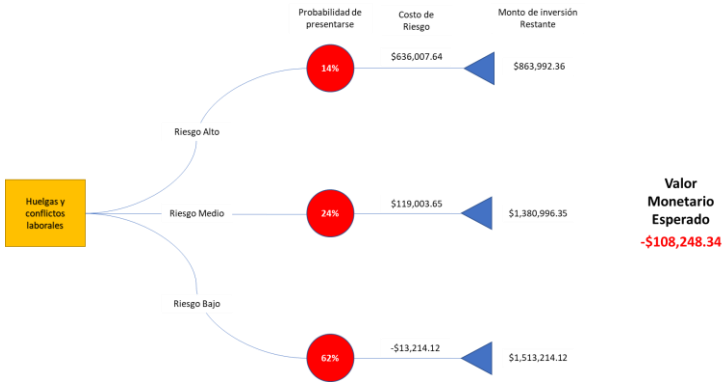
RIESGOS POLÍTICO SOCIALES



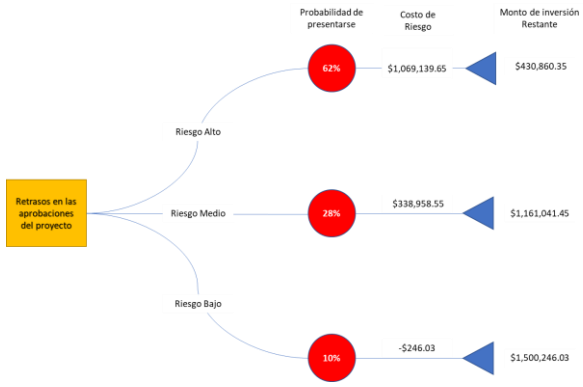
Valor Monetario Esperado
-$229,709.83



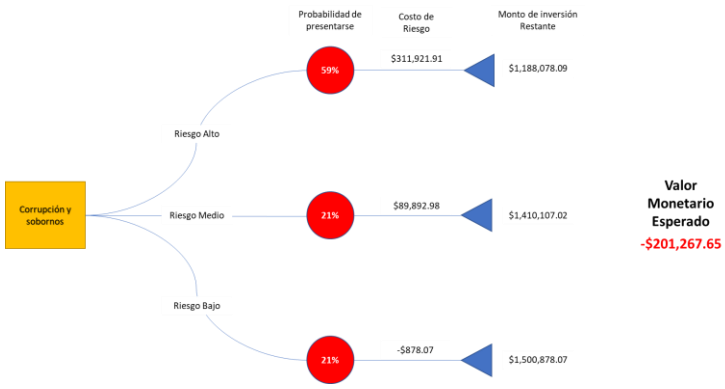
Valor Monetario Esperado
-$199,732.94



Valor Monetario Esperado
-$108,248.34



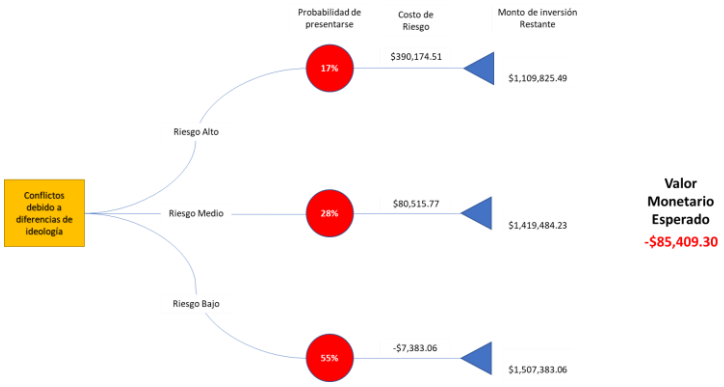
Valor Monetario Esperado
-$757,084.28



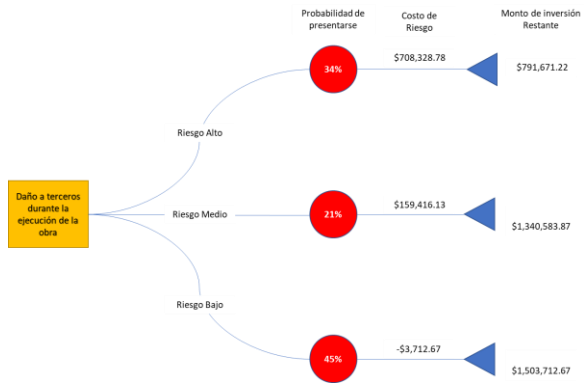
Valor Monetario Esperado
-$201,267.65

ANEXO II

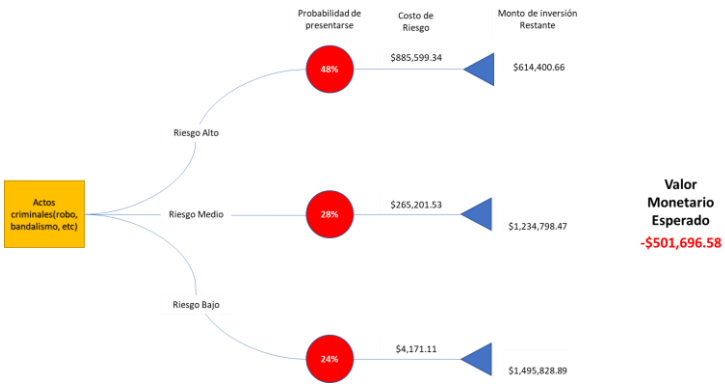
RIESGOS SOCIOCULTURALES



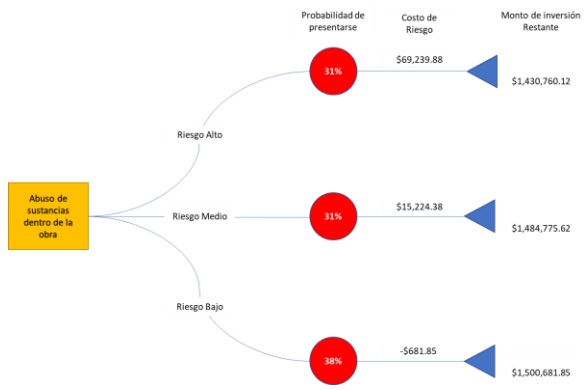
Valor Monetario Esperado
-$85,409.30



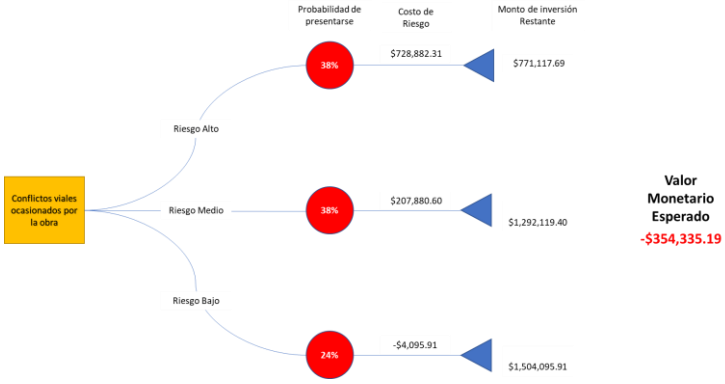
Valor Monetario Esperado
-$275,569.65



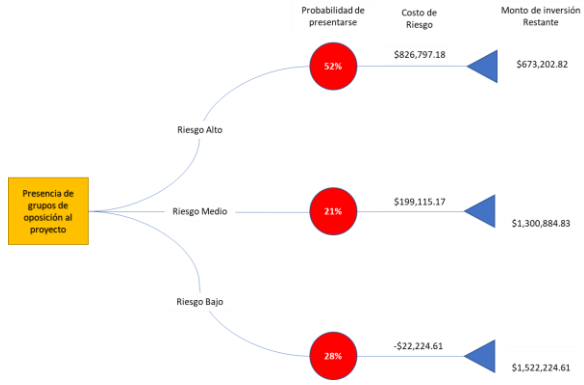
Valor Monetario Esperado
-$501,696.58



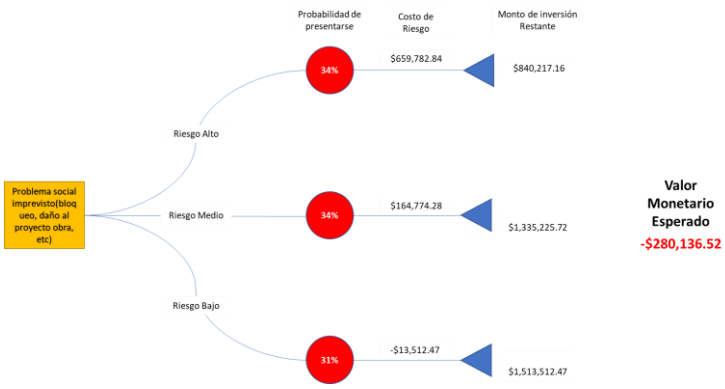
Valor Monetario Esperado
-$25,954.41



Valor Monetario Esperado
-$354,335.19



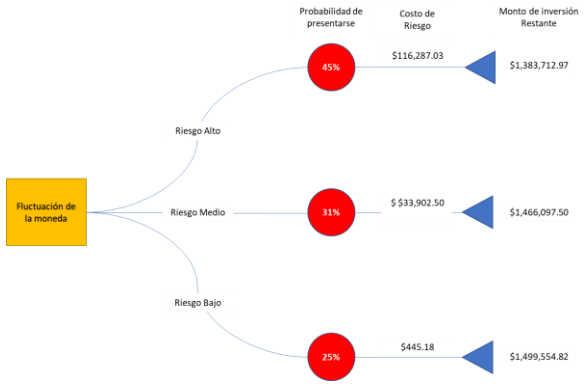
Valor Monetario Esperado
-$462,719.03



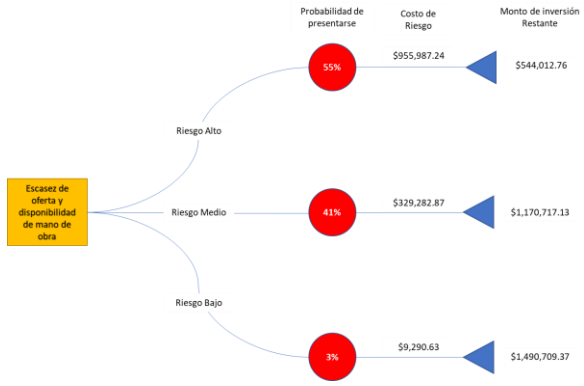
Valor Monetario Esperado
-$280,136.52

ANEXO II

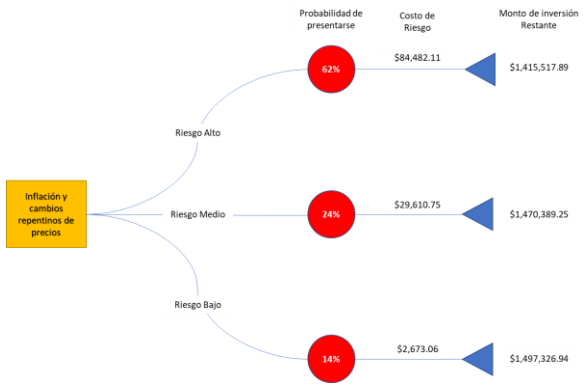
RIESGOS DE TIPO ECONÓMICO



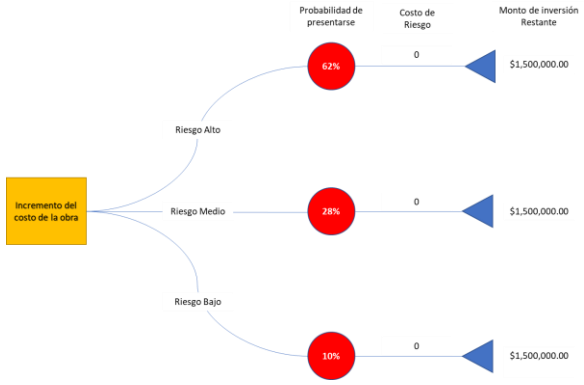
Valor Monetario Esperado
-$62,757.59



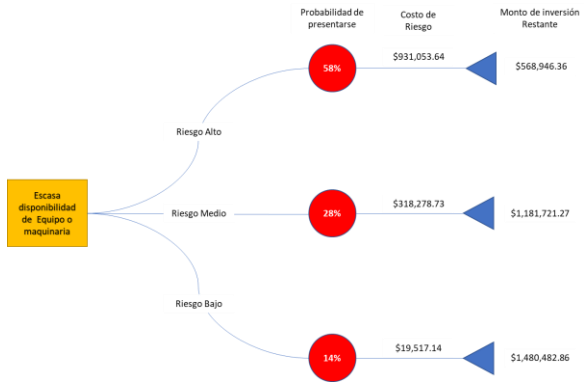
Valor Monetario Esperado
-$664,016.59



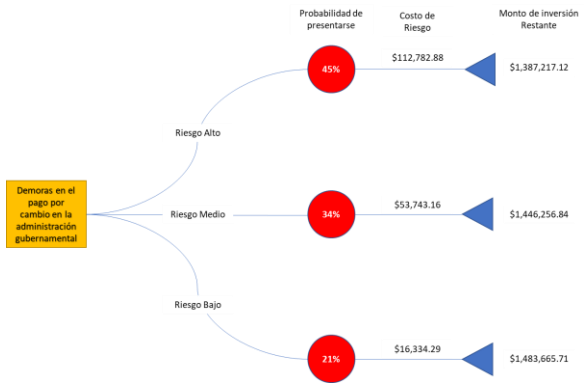
Valor Monetario Esperado
-$59,953.29



Valor Monetario Esperado
0



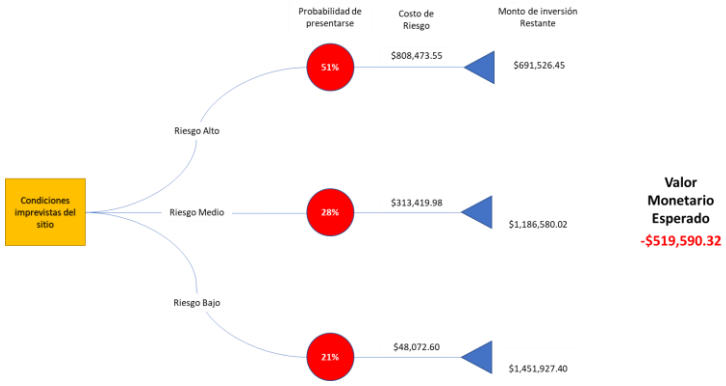
Valor Monetario Esperado
-$636,283.11



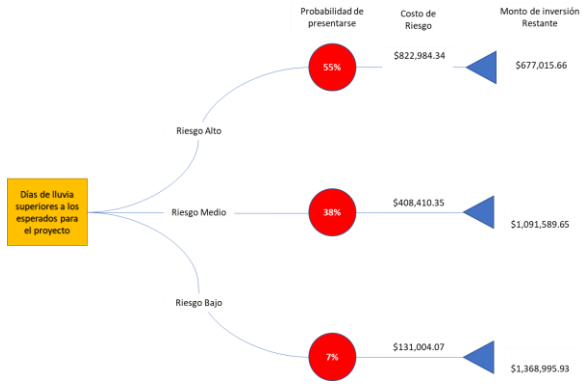
Valor Monetario Esperado
-$72,469.48

ANEXO II

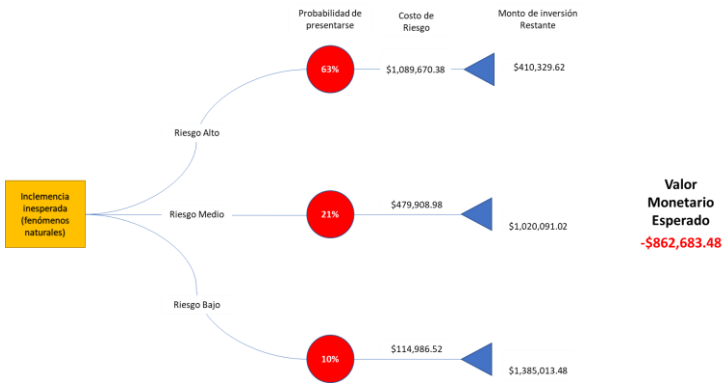
RIESGOS AMBIENTALES



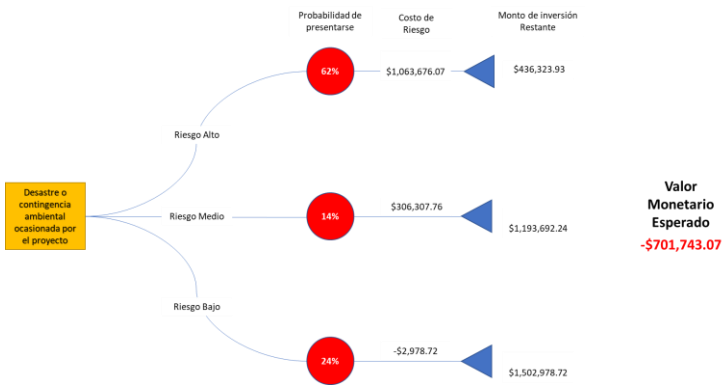
Valor Monetario Esperado
-$519,590.32



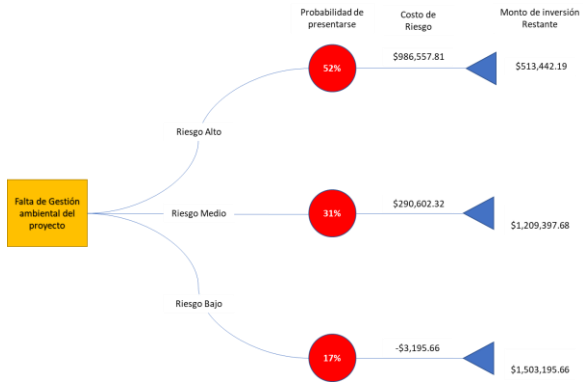
Valor Monetario Esperado
-$618,009.36



Valor Monetario Esperado
-$862,683.48



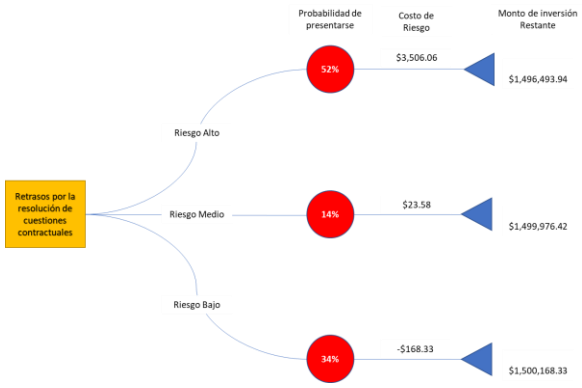
Valor Monetario Esperado
-$701,743.07



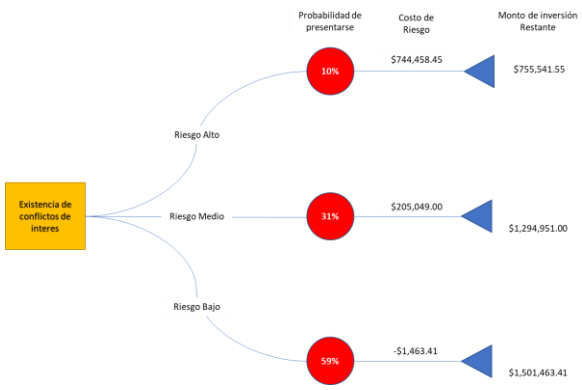
Valor Monetario Esperado
-$599,924.47

ANEXO II

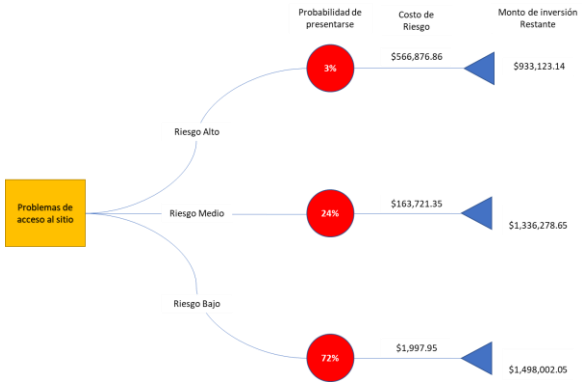
OTROS RIESGOS



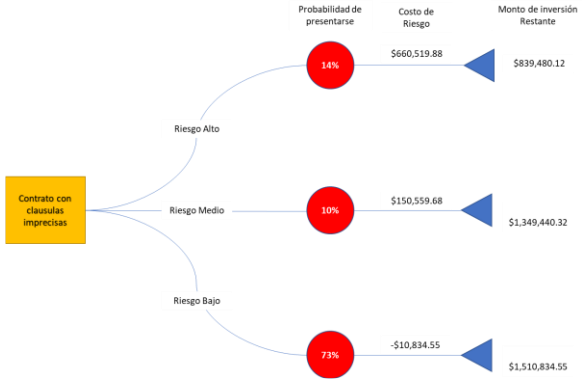
Valor Monetario Esperado
-$1,758.69



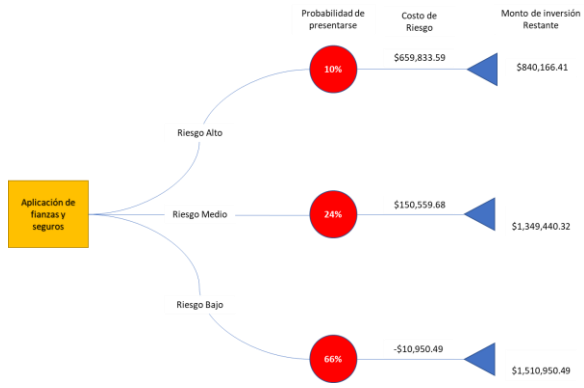
Valor Monetario Esperado
-$139,790.98



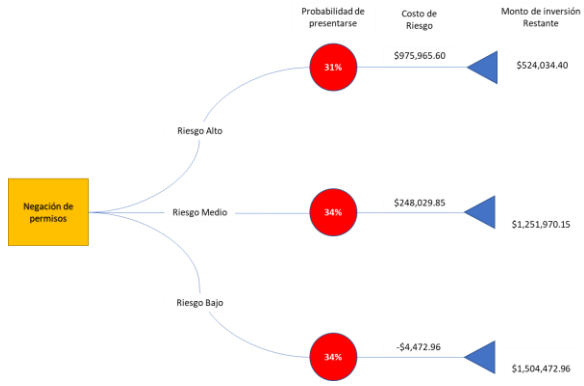
Valor Monetario Esperado
-$60,513.21



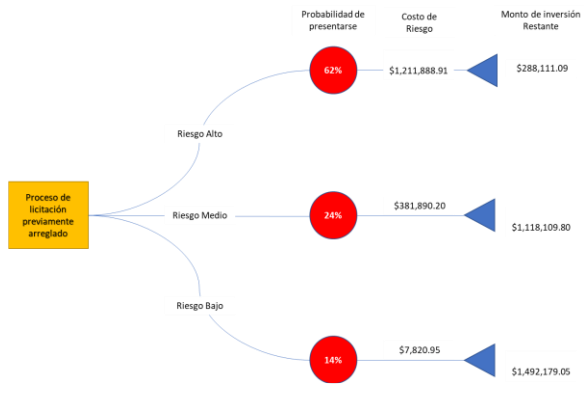
Valor Monetario Esperado
-$46,364.27



Valor Monetario Esperado
-$97,426.18



Valor Monetario Esperado
-$386,871.01



Valor Monetario Esperado
-$845,466.05

ANEXO II