

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE CIVIL

TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

EVALUACIÓN DE RIESGOS CON EL USO DE HERRAMIENTAS Y
MÉTODOS DEL PMBOK 6°ED PARA DETERMINAR SU INFLUENCIA EN EL
COSTO Y TIEMPO DE UN PROYECTO EN FASE DE CONSTRUCCIÓN. CASO
DE ESTUDIO: CONJUNTO HABITACIONAL LA MOLINA.

AUTOR:

MONCAYO VÁSQUEZ WILLIAM ALEXANDER

DIRECTOR:

ING. MERIZALDE AGUIRRE JUAN ENRIQUE

Quito, mayo del 2022

AUTORÍA

Yo, William Alexander Moncayo Vásquez, titular la cedula de identidad No. 1723790729, juro que esta investigación es de exclusiva responsabilidad del autor y que las diversas fuentes de información son respetadas por las respectivas citas. Esta investigación es el resultado de un cuidadoso trabajo realizado íntegramente por mí.

William Alexander Moncayo Vásquez

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a Dios, quien siempre me guía y me da la fuerza para seguir adelante. A mi madre Betty Vásquez Carrera, su comprensión siempre ha sido de gran ayuda durante los momentos difíciles. Me enseñó a enfrentar la adversidad y nunca perder mi dignidad. Me brindó, buenos valores, principios, perseverancia, constancia y determinación, llenos de amor y sin esperar nada a cambio.

William Alexander Moncayo Vásquez

AGRADECIMIENTO

Agradezco sinceramente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por todos estos años de enseñanza y aprendizaje, a través de los diversos docentes que compartieron sus conocimientos y experiencias profesionales, me ayudaron a culminar mis estudios universitarios y proyectarme a ser un mejor ser humano y profesional.

Un agradecimiento especial al Ing. Juan Merizalde por su apoyo y guía en la culminación de mis estudios, especialmente por enrumbarme en este trabajo y ser un referente de ser humano y profesional. Además, a todas las personas involucradas en este camino profesional, familiares, amigos, compañeros y docentes de la universidad, pues solo con sacrificio y esfuerzo se alcanzan las metas.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación consistió en el estudio y ejecución de las herramientas y técnicas descritas en la guía del PMBOK, de la corporación PMI (Project Management Institute). Los métodos estudiados fueron aplicados al proyecto habitacional “La Molina” donde se realizó un proceso de identificación y análisis de los riesgos presentes en el proyecto. Como pilar de la investigación fue el uso de las simulaciones con el método Monte Carlo, las cuales presentan resultados gráficos del análisis de riesgos y proporciona información para determinar el impacto de cada riesgo en el proyecto, en un aspecto económico y del tiempo de demora con respecto al cronograma planificado. Finalmente, en base a los resultados obtenidos se planifica medidas de control y respuesta para los riesgos de mayor impacto: mitigar, transferir, aceptar y evitar.

Palabras claves: Riesgos, simulación Monte Carlo, cronograma, análisis, PMBOK, PMI.

ABSTRACT

The present research work consisted of the study and realization of tools and techniques described in the PMBOK guide, of the PMI corporation (Project Management Institute). The methods studied were applied to the housing project "La Molina" where a process of identification and analysis of the risks present in the project was carried out. As a pillar of the investigation was the use of simulations with the Monte Carlo method, which present graphic results of the risk analysis and provide information to determine the impact of each risk on the project, in an economic aspect and the time of delay with relative to the planned schedule. Finally, based on the results obtained, control and response measures are planned for the risks with the greatest impact: reduce, transfer, accept and avoid.

Keywords: Risks, Monte Carlo simulation, schedule, analysis, PMBOK, PMI.

ÍNDICE

AUTORÍA	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
ÍNDICE.....	7
CAPÍTULO I.....	12
1. GENERALIDADES.....	12
1.1. Introducción	12
1.2. Alcance.....	13
1.3. Antecedentes	13
1.4. Planteamiento del problema.....	14
1.5. Justificación.....	15
1.6. Objetivos	16
1.7. Metodología de investigación	16
1.8. Factibilidad de la investigación.....	17
CAPÍTULO II.....	18
2. REVISIÓN LITERARIA	18
2.1. Marco teórico	18

2.1.1.	<i>Proyecto de construcción</i>	18
2.1.2.	<i>Riesgo</i>	20
2.1.3.	<i>PMI</i>	22
2.1.4.	<i>PMBOK</i>	23
2.1.5.	<i>Gestión de riesgos</i>	24
2.1.6.	<i>Estructuración de la gestión de riesgos</i>	25
2.1.7.	<i>Proceso de gestión de riesgos</i>	26
2.1.8.	<i>Planificación de riesgos</i>	28
2.1.9.	<i>Identificación de los riesgos</i>	30
2.1.10.	<i>Registro de los riesgos</i>	34
2.1.11.	<i>Análisis del riesgo</i>	35
2.1.12.	<i>Planificación de respuesta a los riesgos</i>	43
2.2.	Marco conceptual.....	45
CAPÍTULO III		47
3.	PROPUESTA A REALIZAR	47
3.1.	Antecedentes del proyecto	47
3.2.	Diseño de investigación	50
3.3.	Descripción de la problemática.....	51
3.4.	Datos del proyecto La Molina.....	53
3.4.1.	Costo estimado de la obra civil de las 6 etapas del proyecto	53
3.4.2.	Costo estimado de las 6 etapas del proyecto	54

CAPÍTULO IV	55
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	55
4.1. Identificación de los riesgos del proyecto La Molina	55
4.2. Análisis de los riesgos identificados	60
4.2.1. <i>Análisis cualitativo</i>	60
4.2.2. <i>Análisis cuantitativo</i>	62
4.2.3. <i>Resultados de la simulación en los costos de las etapas dos y tres del proyecto “La Molina”</i>	64
4.2.3.1. <i>HISTOGRAMAS</i>	64
4.2.3.2. <i>GRAFICAS TORNADO</i>	66
4.2.3.2.1. <i>General</i>	66
4.2.3.2.2. <i>Sensibilidad</i>	67
4.2.4. <i>Resultados de la simulación en el tiempo de las etapas dos y tres del proyecto “La Molina”</i>	68
4.2.4.1. <i>HISTOGRAMAS</i>	68
4.2.4.2. <i>GRAFICAS TORNADO</i>	70
4.2.4.2.1. <i>General</i>	70
4.2.4.2.2. <i>Sensibilidad</i>	71
4.3. Discusión de los resultados	72
4.4. Interpretación de resultados	76
4.5. Propuesta de respuesta a los riesgos.....	78
CAPÍTULO V	79

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	79
5.1.	Conclusiones	79
5.2.	Recomendaciones.....	81
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	82
7.	ANEXOS.....	84

Índice de tablas

Tabla N°1.	<i>Etapas de un proyecto</i>	20
Tabla N°2.	<i>Estructura de desglose de riesgos (EDR)</i>	30
Tabla N°3.	<i>Tabla de impacto de los objetivos del proyecto</i>	37
Tabla N°4.	<i>Tabla de las etapas de investigación</i>	53
Tabla N°5	<i>Tabla del costo estimado de la obra civil de las 6 etapas del proyecto</i>	53
Tabla N°6.	<i>Tabla del costo estimado de las 6 etapas del proyecto</i>	53
Tabla N°7.	<i>Análisis FODA del proyecto La Molina</i>	56
Tabla N°8.	<i>Lista de riesgos identificados</i>	57
Tabla N°9.	<i>Lista de riesgos identificados con sus respectivas causas</i>	58
Tabla N°10.	<i>Categorización de los riesgos en base a la matriz de probabilidad e impacto.</i> ..	62
Tabla N° 11.	<i>Cuadro comparativo entre el análisis cualitativo y cuantitativo de la valoración de los riesgos</i>	74
Tabla N° 12.	<i>Riesgos de mayor impacto en el costo y tiempo del proyecto La Molina</i>	77

Índice de Figuras

Figura N°1. <i>Relación entre el nivel del riesgo e impacto y su duración.</i>	22
Figura N°2. <i>Rueda de Deming de la gestión de riesgos</i>	25
Figura N°3. <i>Esquematización general de la gestión de riesgos de un proyecto</i>	27
Figura N°4. <i>Desglose de la identificación de riesgos</i>	34
Figura N°5. <i>Matriz de Probabilidad e Impacto</i>	37
Figura N°6. <i>Ejemplos de diagramas de distribución para el método Monte Carlo</i>	43

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1. Introducción

Las obras civiles en la actualidad necesitan una gestión productiva que busque minimizar las incertidumbres, en este aspecto es indispensable que las empresas constructoras posean una buena planificación donde se prevea y se anticipe posibles riesgos que influyan significativamente en el costo del cualquier proyecto de construcción. En cada proyecto pueden surgir varios riesgos e incertidumbres en todas las fases del proyecto, sobretodo en la etapa de ejecución. En la etapa de ejecución se genera mayor incertidumbre debido a que ningún proyecto es igual a otro, cada obra es única, por lo que en esta fase la toma de decisiones por lo general es en base a la experiencia del Gerente del proyecto y las consecuencias (positivas o negativas) se reflejan en gran medida en el costo final del proyecto y en el tiempo de duración, por lo que además de una correcta planificación es necesario una gestión de riesgos adecuada para controlar o evitar los riesgos e incertidumbres.

Este estudio de investigación parte de la gestión de proyectos establecido por el PMBOK 6°ed, enfocado principalmente en el análisis de riesgos, que conlleva una serie de procedimientos de ejecución para identificar, analizar y planear respuestas a los mismos. Por ello, la gestión de riesgos actualmente brinda una variedad de herramientas, técnicas y pautas para un análisis adecuado de los mismos y una identificación minuciosa en base a la experiencia. Posteriormente, las incertidumbres y riesgos serán valorados en base a las simulaciones con el Método Montecarlo, que nos brindará una amplia estimación del impacto que tienen en el proyecto habitacional “La Molina” y en base a lo obtenido proponer un plan de respuesta para los riesgos más significativos en el aspecto económico y los que representan una mayor demora en el cronograma planeado.

1.2. Alcance

El presente trabajo de disertación especifica los procesos y herramientas propuestas por el PMBOK 6°ED, los cuales fueron desarrollados desde una perspectiva de gerencia de proyectos. El análisis realizado en este trabajo de investigación puede ser empleado en todo tipo de obra de construcción que requiera un estudio de riesgos del proyecto en base a las características del mismo.

La investigación realizada tiene ciertas limitaciones, debido a que el uso de las herramientas y técnicas de estudio e identificación desarrolladas se considerarán solamente en la fase de ejecución del proyecto, debido a que en esta etapa se presentan el mayor número de incertidumbres y el gerente de proyecto debe tomar decisiones no planeadas en la etapa de diseño. Por lo que se planea realizar la identificación, evaluación y análisis de riesgos con la ayuda de simulaciones en el programa DT Simulator, para un entendimiento gráfico de los resultados recogidos. El fin de la investigación no es la ejecución de la gestión de riesgos del proyecto ni monitorear cada riesgo al largo de la vida del proyecto, únicamente se realizó la identificación, análisis cualitativo y cuantitativo para finalmente proponer un plan de respuesta a todos los riesgos identificados y con un énfasis en los de mayor impacto para la empresa. Además, el estudio se basó únicamente en las etapas dos y tres del conjunto habitacional “La Molina”, debido a la similitud de diseño, por otro lado, se excluyó la etapa uno debido a que su ejecución inicio previo a la pandemia por COVID-19, y los datos de dicha etapa no serían reales ni de relevancia.

1.3. Antecedentes

Los proyectos de construcción implican una amplia variedad de riesgos de diferente naturaleza que requieren métodos de evaluación de riesgos rápidos y simples. Este estudio analizó los riesgos e incertidumbres de una empresa constructora sin experiencia en el ámbito y detectó muchas problemáticas y debilidades que son comunes en el sector de la construcción de nuestro país. La evaluación de riesgos es una actividad no muy común hoy en día para varias empresas constructoras.

El sector de la construcción en el Ecuador siempre ha sido una parte fundamental en la economía del país, siendo uno de los más productivos en el aporte de empleo. Sin embargo, existen muchos defectos comunes entre las empresas ecuatorianas en el ámbito de planificación, este desperfecto en las habilidades de programación nos lleva a un sin número de incertidumbres, bajo rendimiento administrativo y del proyecto. (Contrucción Latinoamericana, 2017)

Una planificación deficiente de los trabajadores genera una ralentización de su trabajo y obligaciones, lo que puede causar un incremento del costo inicial del proyecto o una demora significativa en obra. Por lo tanto, una previsión y prevención al realizar un análisis de riesgos puede generar que los riesgos importantes del proyecto puedan ser evitados, mitigados o simplemente aceptados si las consecuencias del mismo no generan una gran pérdida. Esta cultura de previsión en el Ecuador es casi inexistente, los profesionales con experiencia usan sus conocimientos para la toma de decisiones en obra, pero con la metodología empleada en este estudio, el análisis de riesgos puede ser una herramienta muy útil para empresas de poca experiencia o cualquier tipo de empresa constructora que prefiera una técnica metódica a una empírica a base de la experiencia de los profesionales encargados.

1.4. Planteamiento del problema

El estudio y análisis de riesgos parte de una sistemática de gerencia de proyectos, que involucra una serie de reformas en la cuales intervienen varios profesionales con diferentes responsabilidades. La gerencia de proyectos cuenta con gran diversidad de herramientas tecnológicas, así como una serie de pautas para una correcta planificación y ejecución del proyecto de construcción, pero sin duda entre las gestiones menos ejecutadas está la de riesgos.

Durante los últimos 20 años, muchas empresas constructoras en el Ecuador no han utilizado métodos de gestión de riesgos, a pesar de los beneficios que pueden traer. Estos métodos generalmente no son comúnmente usados en los proyectos de construcción debido a que se requiere información histórica de obras similares para el análisis de riesgos. Además, la planificación requiere tiempo y costos adicionales. Hay que tener en cuenta que, si el costo de la aceptación de los riesgos es menor al del plan de respuesta, sería totalmente inútil la aplicación y el tiempo adicional dedicado a realizar el análisis.

Esta investigación se realizó en base al proyecto habitacional denominado conjunto “La Molina”, de la cual está encargada la constructora MOVAK, una empresa con poca experiencia en el área de construcción, con profesionales jóvenes y con una notable falta de influencias en el área de adquisición de materiales y un desconocimiento de la productividad del personal a cargo de la obra. Además, el no contar con un residente de obra para un plan de gestión de actividades y un control diario del proyecto, puede conllevar probablemente a un sin número de contratiempos en la ejecución del proyecto. Por lo que esta investigación define la importancia del análisis de los riesgos y propone un sistema metódico del uso de las herramientas aplicadas a este proceso, con la finalidad de una mayor productividad de la empresa y de los proyectos.

1.5. Justificación

En la actualidad la modernización ha obligado al país a aumentar la cantidad de proyectos de construcción con una mayor complejidad, por lo que las decisiones en obra deben tomarse en condiciones de incertidumbre y riesgo. Tener un plan para los riesgos permite una programación proactiva ante amenazas que puedan afectar el resultado final de su proyecto, dando así una importante perspectiva a la planificación, teniendo en cuenta que el objetivo primordial es proteger los intereses del proyecto y la empresa.

Siempre existen incertidumbres en los proyectos de infraestructura, especialmente durante la fase de construcción o ejecución, por lo que es importante identificar, cuantificar y analizar los posibles riesgos. En vista de este precedente, el tema de este trabajo se presenta como una herramienta para orientar a las constructoras en la implementación de procesos y la aplicación de conceptos para identificar y analizar los riesgos, por lo que se parte del supuesto de que la implementación de este proceso metodológico permitirá tener un impacto positivo en la productividad laboral y en la economía del proyecto.

1.6. Objetivos

Objetivo General

- Realizar un análisis de los riesgos con la ayuda de los métodos y herramientas del PMBOK 6°ED en el proyecto de construcción denominado “La Molina” para identificar la relevancia su aplicación en el costo y tiempo del proyecto.

Objetivos Específicos

- Identificar los riesgos del proyecto Habitacional “La Molina” y definir las posibles causas y consecuencias de cada riesgo.
- Desarrollar el análisis cualitativo y cuantitativo de los riesgos identificados en las dos etapas estudiadas del conjunto habitacional “La Molina”.
- Cuantificar el costo y tiempo de demora de los riesgos más significativos del proyecto “La Molina”.
- Plantear propuestas para eliminar y mitigar los riesgos de mayor impacto en el costo o tiempo del proyecto sin que perjudique su normal desarrollo.

1.7. Metodología de investigación

La investigación se basa en estudio de libros, revistas científicas y artículos relevantes sobre la gestión de proyectos de ingeniería y análisis de riesgos. El fundamento principal para el estudio realizado fue del PMBOK 6ta edición, así como documentos y trabajos de profesionales con práctica en el ámbito de construcción y la gestión de proyectos. Además de entrevistas a expertos calificados en el tema, ingenieros civiles, arquitectos, gerentes de proyectos, docentes de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y el personal responsable del conjunto habitacional “La Molina”. A esto le sigue el trabajo de campo con una comprensión básica del comportamiento del proyecto con: visitas periódicas y constantes entrevistas a los trabajadores para una adecuada recopilación de información y datos.

Finalmente, la investigación culmina con el estudio realizado del análisis de riesgos, presentando los resultados obtenidos en base a las simulaciones ejecutadas con el programa DT Simulator y proponiendo un plan de control al gestor del proyecto “La Molina” de los

riesgos identificados, del de mayor hasta el de menor impacto, para una mejor productividad y buen uso del capital estimado para la obra.

1.8. Factibilidad de la investigación

Este trabajo de investigación brinda métodos y herramientas ya estudiadas por corporación del PMI y que son comúnmente usadas en la industria de la construcción a nivel mundial. El uso y explicación de estas técnicas nos permite analizar e identificar los riesgos de un proyecto en fase de ejecución, la etapa en la que más surgen los imprevistos. La finalidad de la investigación es, con el uso de las herramientas y los análisis estudiados contemplar de mejor manera la incertidumbre de un proyecto y así conocer las consecuencias respecto al costo o al tiempo de ejecución de la obra civil. De igual forma si los riesgos son considerados de alto impacto tener planes de contingencia para los mismos.

Este análisis de riesgos brinda la posibilidad a la empresa de evitar algunos imprevistos y tener planes de acción contra los mismos. Así, cumplir con los objetivos del proyecto y mantener el presupuesto inicial y el cronograma establecido. Desde este punto de vista, la victoria de la investigación se traduce finalmente en su viabilidad.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN LITERARIA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Proyecto de construcción

Es un proceso sistemático de actividades y documentos que definen de forma precisa y secuencial un objetivo en común, lo cual es desarrollado por un gran grupo de profesionales de diferentes campos (Ingenieros, Arquitectos, Obreros) y proyectistas de distintas especialidades. Un proyecto de construcción es igual a cualquier otro proyecto, contiene procesos técnicos que evoluciona mientras pasa el tiempo, lo principal para un buen proyecto es definir las actividades y los objetivos a realizar.

El progreso de un proyecto de construcción atraviesa varias fases, desde el planeamiento inicial hasta su conclusión involucrando materiales y cientos de operaciones diversas con factores altamente variables. Los proyectos de construcción se caracterizan por ser obras únicas. Cada proyecto es realizado por diferentes equipos de trabajo, conformados por un grupo de diversos profesiones y niveles jerárquicos.

Por otro lado, el terreno donde se realizan las construcciones poseen singularidades inherentes, como las condiciones del suelo, transporte, topografía, clima y subcontratistas locales. Las combinaciones de estos factores permiten afirmar que, aunque se tengan dos proyectos de construcción iguales en lo referente al alcance, el proceso de ejecución no va a tener resultados iguales. Los proyectos de construcción se pueden clasificar de acuerdo con el uso y tipo de infraestructura en dos grupos principales.

En primer lugar, se encuentran las obras civiles que corresponden a todas las obras de infraestructura, distintas a las edificaciones, destinadas a uso colectivo y público.

En segundo lugar, están las edificaciones compuestas por todas las construcciones permanentes concebidas para ser utilizadas como viviendas familiares prestando servicios a actividades humanas.

Las obras de construcción están directamente relacionados a la experiencia del equipo técnico designado a gestionar el proyecto, ya que esto aumenta la eficiencia de las actividades y disminuye los riesgos en la fase de construcción.

2.1.1.1. Fases de un proyecto

Los proyectos se pueden dividir en diferentes fases, compuestas por conjuntos de actividades de índole similar, se relacionan de manera lógica y se culminan con uno o más entregables (Project Management Institute, 2017).

En la tabla N°1 podemos identificar las ocho fases más comunes en las que se descompone un proyecto de construcción.

Etapa	Descripción
Inicio o Pre-factibilidad	Proceso para definir un nuevo proyecto
Planificación o Factibilidad	Determinar la trayectoria y viabilidad del proyecto, define los objetivos y planificar las acciones necesarias para alcanzar los objetivos fijados.
Diseño	Realizar estudios ya definidos en la etapa de factibilidad y proponer las propuestas de trabajo
Contrato y documentación (Licitación)	Obtener los documentos necesarios para los permisos, contratos con las empresas encargadas del proyecto.
Implementación o Ejecución	El proceso continuo del cumplimiento de los objetivos con la ayuda de profesionales calificados y un grupo de trabajo para cumplir con los requisitos del proyecto.
Operación y monitoreo	Métodos de seguimiento para analizar el desempeño de la obra y planificar mejoras en las áreas que requieran un cambio.

Entrega o Finalización	Procesos de finalización formal del proyecto, fase o contrato.
------------------------	--

Tabla N°1: Etapas de un proyecto

Fuente: Risk management in construction projects (Paweł, 2017).

Cabe resaltar que en la etapa de planificación se enfoca únicamente en el análisis de toma de decisiones para establecer un presupuesto contractual determinar la viabilidad del proyecto

2.1.2. Riesgo

Es la probabilidad de una amenaza potencial que provoque un daño humano, económico, social o ambiental, para un proyecto en específico y para un período de exposición dado. Por lo general, el riesgo se expresa mediante la expresión

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{vulnerabilidad.}$$

O

$$\text{Riesgo} = \text{Probabilidad} \times \text{impacto.}$$

Algunos de los principios también involucran el concepto de exposición, que se relaciona principalmente con los aspectos físicos de la debilidad en ciertos campos. Además de plantear posibles accidentes laborales, es importante reconocer que la existencia de los riesgos puede ser inherentes en los sistemas sociales. Asimismo, es sustancial considerar el contexto social en el que se produce el riesgo para que no todos tengan la misma visión de sus causas.

2.1.2.1. *Clasificación general de riesgos en la construcción*

En los proyectos de construcción, no es permisible enumerar todos los peligros posibles de cualquier tipo de obra civil, debido a que hay algunos riesgos impredecibles o externos que no se pueden prever o no están incluidos.

Por esta razón se divide los riesgos en 3 categorías:

- Riesgos estándar
- Riesgos innatos en obra
- Riesgos desafortunados

2.1.2.1.1. Riesgos estándar

Estos son los riesgos más frecuentes, que por lo general se los acepta o se planifica medidas de contingencia, de acuerdo a la importancia o el impacto que pueda generar en el proyecto, para esto se realiza un análisis de riesgos. Entre los riesgos en esta categoría pueden ser: incendios, robo, explosión, caída de un rayo, etc.

2.1.2.2. Riesgos innatos en obra

En esta categoría se engloba los riesgos debido a una ineficiente práctica de ejecución o gestión del proyecto. En esta categoría los riesgos dependen mucho de la experiencia del gerente del proyecto y de igual forma que con los riesgos convencionales o normales, se puede planificar un plan de control para evitar o mitigar estos riesgos producidos en obra.

2.1.2.3. Riesgos desafortunados (de fuerza mayor o extraordinarios)

Son los riesgos que implican desastres naturales o acontecimientos sin precedentes, por lo general estos riesgos son de muy baja probabilidad, pero con un impacto significativo en los ámbitos sociales, económicos, ambientales o que cause daño humano. Entre los riesgos ubicados en esta categoría se encuentran: terremotos, hundimientos, inundaciones, tempestades, pandemias, problemas sociopolíticos, etc.

Pueden surgir problemas en cada etapa del proyecto debido a la incertidumbre o falta de evaluaciones de riesgo. Sin embargo, en la etapa de ejecución se exhibe el mayor impacto con respecto a la utilidad del proyecto, por lo que el estudio de los riesgos en esta fase y la información adicional contribuirá a los gerentes de obra a reconocer posibles oportunidades o prevenir ciertas amenazas desde la etapa de planeación o factibilidad.

Al realizar una evaluación adecuada desde la etapa temprana de la construcción, permite incluir una reserva monetaria necesaria para ciertas incertidumbres asociadas al presupuesto del proyecto y que se encuentre dentro del rango de lo planeado. Además, los resultados de la evaluación en una fase temprana contribuyen en la definición del cronograma y del presupuesto del proyecto. En la siguiente figura 1 se muestra la función del impacto que tienen los riesgos en función de la duración del proyecto.

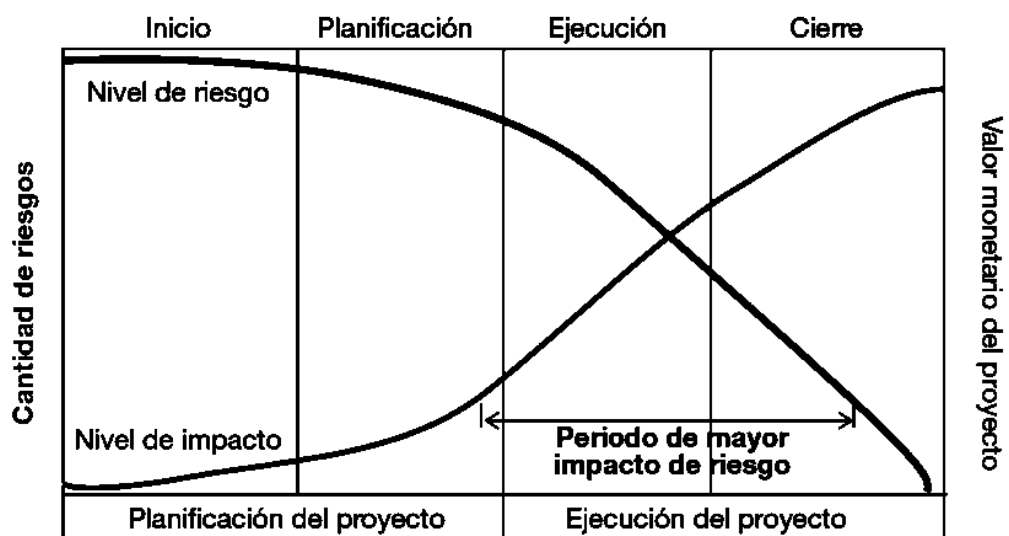


Figura N°1: Relación entre el nivel del riesgo e impacto y su duración.

Fuente: *Cómo gestionar con éxito su proyecto* (Esquembre & Morales , 2021)

Como se ve en la figura 1, la incidencia de los riesgos es mayor al inicio del período de ejecución del proyecto, ya que existe una mayor incertidumbre con respecto al cumplimiento de los objetivos planeados y esta, va disminuyendo conforme se avanza en él. Cabe recalcar que, si bien la evaluación de riesgos debe centrarse en la fase de implementación, las actividades de seguimiento y control de riesgos deben llevarse a cabo a lo largo de la vida del proyecto.

2.1.3. PMI

Project Management Institute (PMI) es una corporación que incluye varias marcas comerciales, marcas de servicio, marcas de certificación y materiales protegidos por derechos de autor utilizados en relación con los certificados, productos, servicios, estándares y copias de

las publicaciones y logotipos de PMI. (Project Management Institute, 2017).

El PMI es el organismo de gestión y liderazgo más reconocida a nivel mundial. El certificado de sus empleados asegura y verifica los conocimientos adquiridos en él, por lo que los instrumentos y técnicas de gestión de proyectos están garantizados para su aplicación en la industria civil, desarrolladores de softwares y empresas relacionadas con la construcción.

2.1.4. PMBOK

La Guía básica de gestión de proyectos (PMBOK) fue desarrollada por el PMI (Project Management Institute). El manual proporciona a las empresas una serie de procesos, modelos de gestión, estándares y aspectos más propicios para la gestión de proyectos. Para ello, proporciona herramientas que pueden utilizarse para identificar procesos y dar los mejores resultados. La sexta edición de la Guía del PMBOK del 2017 fue la última en publicarse.

La relevancia de la guía PMBOK es que está basado en estándares internacionales de calidad, asegurando así los mejores resultados y una gestión eficiente de todo tipo de proyecto de infraestructura. Incluye más de 40 procesos que ayudan a las empresas a tomar las decisiones correctas, realizar los cambios adecuados y planificar cada programa de una manera más estructurada. El PMBOK está basado en un modelo de estándar mundial y una buena práctica fundamental, que consta de cinco procesos fundamentales que tienen un impacto directo en la eficiencia del trabajo.

- Pre factibilidad (delimitar los objetivos principales)
- Factibilidad (proceso implementar las metas)
- Ejecución (Cumplimiento de los objetivos)
- Monitoreo (supervisión y control)
- Finalización (cierre, aceptación).

Incluir cada uno de estos procesos en un proyecto brindan una gran cantidad de ventajas, como un mejor enfoque en los procesos para adaptarlos a cualquier obra civil. No influye en qué tipo de proyecto se tenga, las herramientas pueden ser adaptadas a toda obra. Esta guía contiene una gran cantidad de vocabulario de gestión de proyectos para ayudar a los profesionales a formar alianzas y utilizar un lenguaje común. Miles de empresas han utilizado

la guía PMBOK durante años. Gracias a ello, se pueden mejorar los costes, los tiempos de entrega y la organización de los grupos de trabajo. Este enfoque del PMBOK cubre doce áreas de conocimiento, las cuales son:

- Guía de fundamentos para la fundación de proyectos,
- Rol del director de proyectos
- Gestión de implementación del proyecto,
- Gestión de alcance del proyecto,
- Gestión del cronograma del proyecto,
- Gestión de costos del proyecto,
- Gestión de la calidad del proyecto,
- Gestión de los recursos del proyecto,
- Gestión de la comunicación del proyecto,
- Gestión de los riesgos del proyecto,
- Gestión de las adquisiciones del proyecto,
- Gestión de los interesados del proyecto.

2.1.5. Gestión de riesgos

La gestión de riesgos es un área importante en la industria de la construcción que, gracias a los últimos estudios a gran escala, está cobrando aún más importancia en el ámbito internacional. Sin embargo, este campo relativamente nuevo, requiere más atención para traer algún beneficio. Los proyectos de construcción tienen muchos riesgos que afectan negativamente a los objetivos del proyecto en el ámbito del tiempo, el costo y la calidad (Paweł, 2017). La gestión de riesgos es un concepto que no se lo practica comúnmente en la mayoría de empresas de construcción en nuestro país, muchas de las estrategias empleadas por las empresas grandes se basan principalmente en la experiencia y conocimiento empírico. En la actualidad existen un sin número de herramientas o metodologías que están orientadas a erradicar o minimizar la incertidumbre en los proyectos de infraestructura.

2.1.6. Estructuración de la gestión de riesgos

La gestión de riesgos se enfoca en una estructura de trabajo metódica, que nos ayudará a: planear el proyecto, identificar, analizar, planificar una respuesta a las incertidumbres encontradas y monitorear los riesgos del proyecto. La gestión de riesgos tiene como finalidad identificar y analizar los riesgos identificados para disminuir su probabilidad y mitigar el impacto, para así optimizar la productividad y garantizar el éxito de los objetivos (Project Management Institute, 2017).

De esta forma se puede esquematizar en forma de diagrama de flujo la estructura ideal de una gestión de riesgos, comenzando con la identificación de los riesgos, un análisis cuantitativo y cualitativo, para finalmente realizar un plan de respuesta y se proceda a un monitoreo de los riesgos.

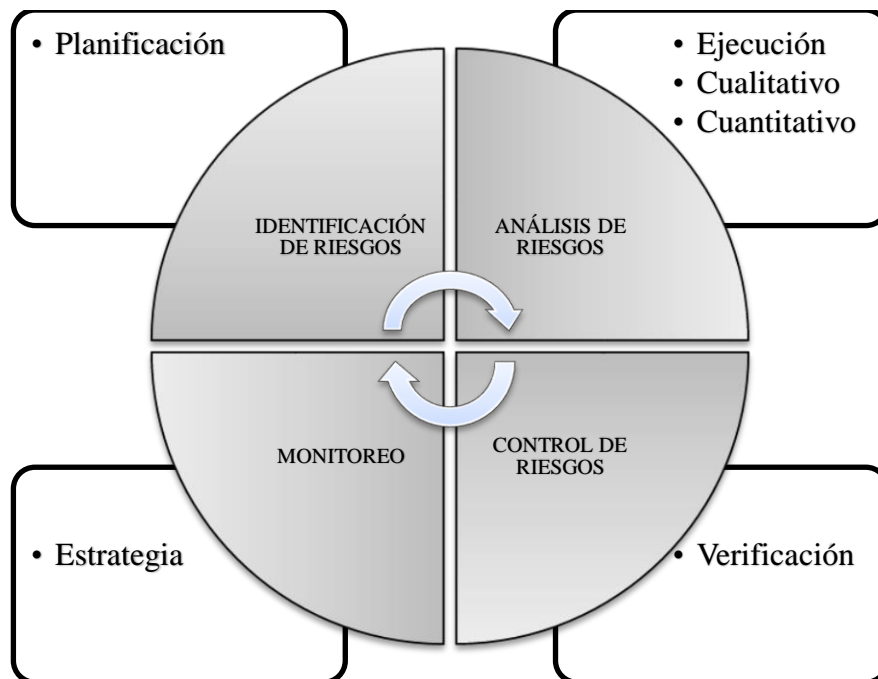


Figura N° 2. Rueda de Deming de la gestión de riesgos.

Fuente: Elaboración propia

2.1.7. Proceso de gestión de riesgos

Como ya se explicó, esta metodología es un trabajo secuencial y ordenado en donde los riesgos son gestionados por varios procesos. Esta secuencia de métodos permite un control total de los eventos imprevistos en el proyecto durante la implementación. Entre los procesos efectuados según el PMBOK son:

- *Planificación de los riesgos:* Pasos para construir la gestión de riesgos.
- *Identificación de los riesgos:* Implica el estudio de los imprevistos del proyecto con la ayuda de la experiencia de profesionales en esa área y tener historial de la información de los riesgos del proyecto o proyectos futuros.
- *Análisis de Riesgos:* Con el uso de las herramientas y métodos analíticos, los riesgos se clasifican según su probabilidad de ocurrencia y el tamaño de su impacto.
- *Planificación de respuestas a los riesgos:* En esta etapa, se sugieren acciones para eliminar o mitigar el impacto del riesgo en el proyecto y se asigna la responsabilidad a los miembros del equipo.
- *Monitoreo de los riesgos:* control y seguimiento a los principales riesgos.

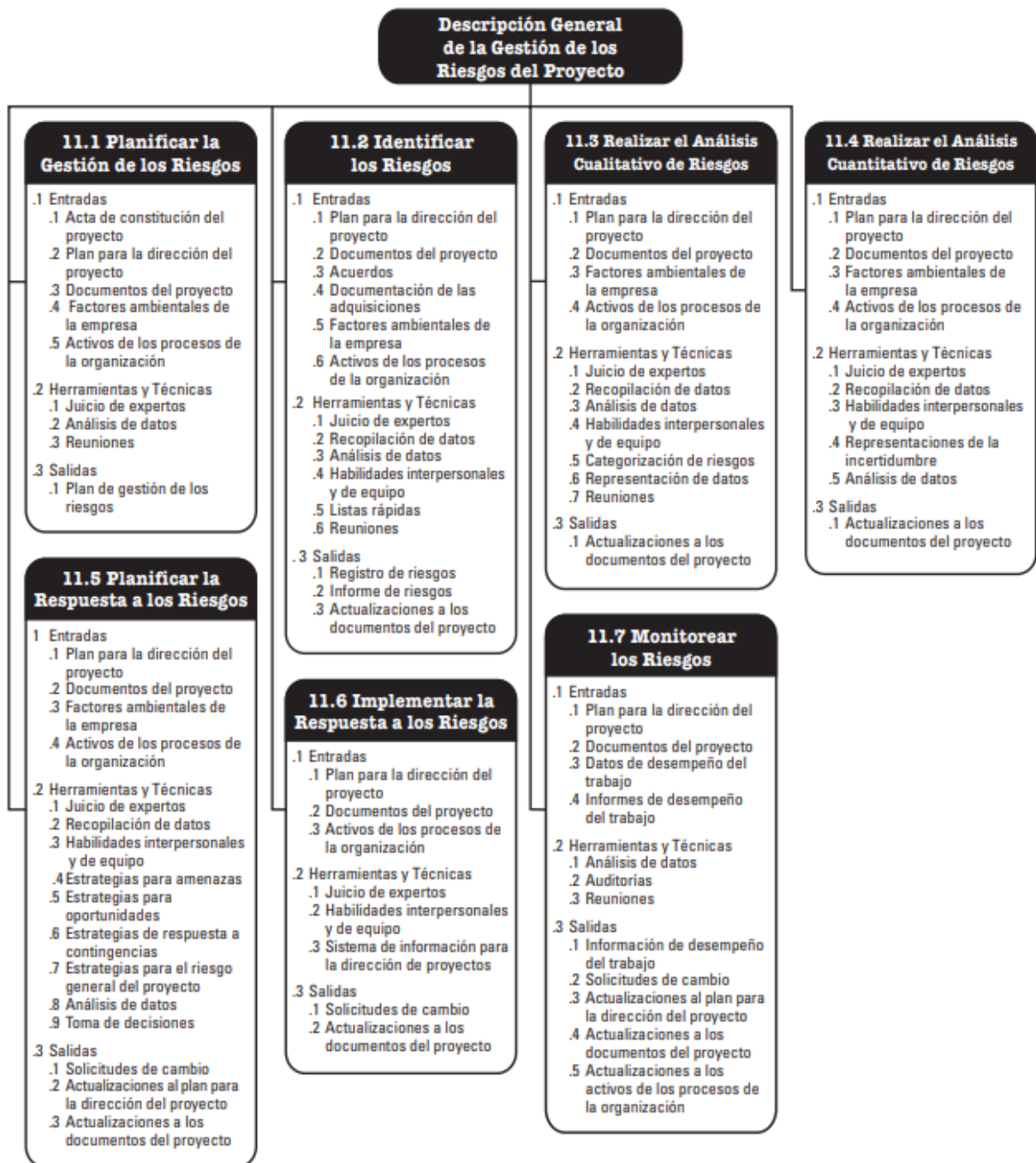


Figura N° 3. Esquematización general de la gestión de los riesgos de un proyecto

Fuente: PMBOK, 2017, p. 396

Aunque estos procesos ocurren secuencialmente, en la práctica las etapas a menudo interactúan e incluso se superponen.

2.1.8. Planificación de riesgos

Para realizar un plan de riesgos, se debe definir un escenario para la implementación de las actividades del proyecto. El proceso de planificación debe partir de la idea del proyecto y debe completarse a lo largo de la vida del mismo. Se puede referenciar estudios realizados anteriormente que posean características similares al proyecto en el que se ejecutara el análisis de riesgos. (Project Management Institute, 2017)

Para la planificación de los riesgos existen métodos y herramientas propuestas por el PMBOK como:

- *Juicio de expertos:* Se toma en cuenta los criterios de los individuos con experiencia o conocimiento en gestión de riesgos y métodos organizacionales, incluyendo la gestión de riesgos de nivel empresarial.
- *Análisis de datos:* Es una técnica en la que se estudian proyectos similares, se toma en cuenta los riesgos sufridos en otros planes, para determinar una base de análisis de los riesgos.
- *Reuniones:* Proveen un instrumento importante para pronosticar los riesgos en un trabajo de ingeniería e involucrarán a una serie de profesionales competentes del proyecto, como: gerente del proyecto, asistente, miembro del equipo del proyecto, partes interesadas clave y otros miembros responsables de la obra. El grupo de trabajo acordará aspectos clave del enfoque de riesgo y la resolución de disputas o dudas

El plan de gestión de riesgos es una parte integral la dirección de proyectos y describe el marco en el que se llevarán a cabo las actividades de análisis de riesgos. El plan de manejo puede incluir lo siguiente:

- *Planificación de riesgos:* Proporciona un enfoque general de gestión de riesgos para este proyecto.
- *Metodología.* Identificar los métodos, herramientas y fuentes de datos específicos que se utilizarán para gestionar el riesgo del proyecto.

- *Categorización de los riesgos.* Permite agrupar riesgos individuales y categorizarlos en base a particularidades en común. Un método común para crear categorías de riesgo o estructuras de desglose de riesgos (EDR). La EDR contribuye al equipo de trabajo a considerar completamente las fuentes que podrían conducir a un solo riesgo de proyecto. Esto ayuda a identificar amenazas y categorizar. Una organización puede tener un EDR en común para todos los proyectos, puede tener varias estructuras de EDR para diferentes tipos de proyectos o un proyecto puede desarrollar un EDR personalizado

- *Plan de respuesta.* Ayuda a generar una respuesta a cada riesgo identificado en el proyecto, permite identificar los recursos financieros necesarios para llevar a cabo las actividades de gestión de riesgos del proyecto.

Tabla 2: Estructura de desglose de riesgos

NIVEL 0 de EDR	NIVEL 1 de EDR	NIVEL 2 de EDR
0. TODAS LAS FUENTES DE RIESGO DEL PROYECTO	1. RIESGO TÉCNICO	1.1 Definición del alcance
		1.2 Definición de los requisitos
		1.3 Estimaciones, supuestos y restricciones
		1.4 Procesos técnicos
		1.5 Tecnología
		1.6 Interfaces técnicas
	2. RIESGO DE GESTIÓN	2.1 Dirección de proyectos
		2.2 Dirección del programa/portafolio
		2.3 Gestión de las operaciones
		2.4 Organización
		2.5 Dotación de recursos
		2.6 Comunicación
	3. RIESGO COMERCIAL	3.1 Términos y condiciones contractuales

		3.2 Contratación interna
		3.3 Proveedores y vendedores
		3.4 Subcontratos
		3.5 Estabilidad de los clientes
		3.6 Asociaciones y empresas
	4. RIESGO EXTERNO	4.1 Legislación
		4.2 Tasas de cambio
		4.3 Sitios/Instalaciones
		4.4 Ambiental/clima
		4.5 Competencia
		4.6 Normativo

Tabla 2: Estructura de desglose de riesgos (EDR).

Fuente: PMBOK 6ta ed. 2017 pg 406

2.1.9. Identificación de los riesgos

La identificación de riesgos particulares que afectan al proyecto, son las bases para el análisis de riesgos y, a menudo, se realiza desde la planificación, ya que puede generar una gran pérdida de tiempo y dinero durante la implementación del proyecto. El PMBOK determina que la actividad de identificación de riesgos es iterativa, ya que se realiza no solo durante la planificación de las obras sino también durante la fase de construcción, ya que constantemente se van introduciendo nuevas amenazas que se van descubriendo a medida que avanza el proyecto. (Project Management Institute, 2017)

Se realiza un proceso de identificación para cada fuente de riesgo, también se recopila información para que los riesgos puedan abordarse adecuadamente más adelante. El proceso es iterativo y se ejecuta a través del ciclo de gestión de riesgos, además el uso de información histórica sobre eventos que afectaron proyectos anteriores puede facilitar el trabajo en esta etapa.

2.1.9.1. Técnicas y herramientas para identificar los riesgos

El proceso de identificación de riesgos establece qué riesgos e incertidumbres pueden influir negativamente al proyecto. Se conocen métodos y herramientas para facilitar una mejor gestión durante la fase de identificación de riesgos, por lo que se puede obtener un procedimiento organizado a partir del cual se abordan los riesgos en las siguientes fases del proyecto.

El primer paso en la identificación de riesgos, es un estudio estructurado de toda la información disponible. Esta investigación se puede dividir en las siguientes categorías:

- Información histórica de la empresa o empresas: información de proyectos anteriores, estudios de investigación o de campo que puedan ayudar a identificar los riesgos.
- Información de proyectos antiguos de la propia empresa, son activos de la empresa ya que contienen información sobre los contratiempos de antiguos proyectos, muestran cifras reales, apreciaciones y más.
- Alcance de la obra civil, a partir de esto es posible identificar factores de incertidumbre relacionados con los objetivos y alcance del proyecto.

La identificación de riesgos es un proceso fundamental en cualquier proyecto, y las siguientes técnicas de recopilación de datos se pueden utilizar para ayudar al proceso de identificación de riesgos:

I. Tormenta de ideas

La lluvia o tormenta de ideas permite a los expertos que forman parte de un grupo de trabajo, obtener una lista completa de los riesgos del proyecto. Cuando se utilizan categorías de riesgo como la estructura de desglose de los riesgos (EDR), los riesgos deben describirse claramente ya que esta técnica puede dar lugar a muchas ideas que no están completamente desarrolladas, este método depende mucho de dos cosas:

- La capacidad del equipo del proyecto y de los expertos externos para predecir con

precisión los posibles eventos del proyecto.

- La creatividad e imaginación del equipo para tomar decisiones a partir de ideas propuestas previamente desde diferentes ángulos.

Asimismo, se debe considerar que la importancia de esta etapa es el surgimiento de un gran número de ideas claras, no necesariamente complejas. En ocasiones se contemplan riesgos confusos relacionados a muchos ámbitos del proyecto, sin tener una idea clara de las causas y buscando dar una solución inmediata, lo que puede llevar a omitir varias amenazas de simple solución y de mayor importancia. Además, se requiere al menos una persona que represente al cliente, ya que al tener una perspectiva externa, puede apoyar activamente a la detección e identificación de otras amenazas. El propósito de esta técnica es identificar los peligros, no solucionar problemas. Para ello, los participantes deben comprender el proceso subyacente y los objetivos de la gestión de riesgos.

II. Entrevistas

Se realizan las entrevistas con participantes experimentados del proyecto, partes interesadas y expertos en el campo. Las entrevistas deben ser ejecutadas en un ambiente de confianza y confidencialidad para garantizar contribuciones justas y honestas. Esta técnica instintiva se utiliza cuando se solicita información más detallada que no se puede obtener de las reuniones de equipo. Las entrevistas también permiten recopilar información de los trabajadores de la obra, quienes son los que contemplan a primera vista el proyecto y pueden contribuir en otros aspectos.

III. Lista de verificación

Esta es una lista de elementos y actividades a revisar, sirve como recordatorio puesto que, la lista se basa en antecedentes históricos y conocimientos obtenidos de proyectos similares. La lista de verificación debe considerar todas las acciones tomadas en proyectos similares de los posibles riesgos y los factores que influyan en los mismos.

PMBOK precisa algunos métodos para analizar los datos recopilados durante la identificación de riesgos:

- i. *Análisis causal*, identifica el riesgo y la raíz del problema, ayudándole a descubrir la causa y desarrollar medidas preventivas. Se utiliza principalmente para identificar peligros y encontrar oportunidades que podrían beneficiar a su proyecto.

- ii. *Análisis de supuestos*, los proyectos siempre comienzan y evolucionan sobre una base de suposiciones y un conjunto de restricciones. El análisis de suposiciones y restricciones examina la importancia de estas para determinar las amenazas internas y externas que enfrenta el proyecto, todo basándonos en supuestos posibles.

- iii. *FODA*, esta técnica analiza proyectos desde varios aspectos como: las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA). Este método comienza con la identificación de las fortalezas y debilidades del proyecto, de sus integrantes y del negocio como un todo. El análisis FODA ayuda a crear oportunidades basadas en las fortalezas vistas anteriormente y las debilidades surgen del análisis de las amenazas existentes en el proyecto.
El FODA también examina hasta qué punto las fortalezas que posee el proyecto, pueden equilibrar las amenazas y determinar si las debilidades se interponen en el camino de las oportunidades.

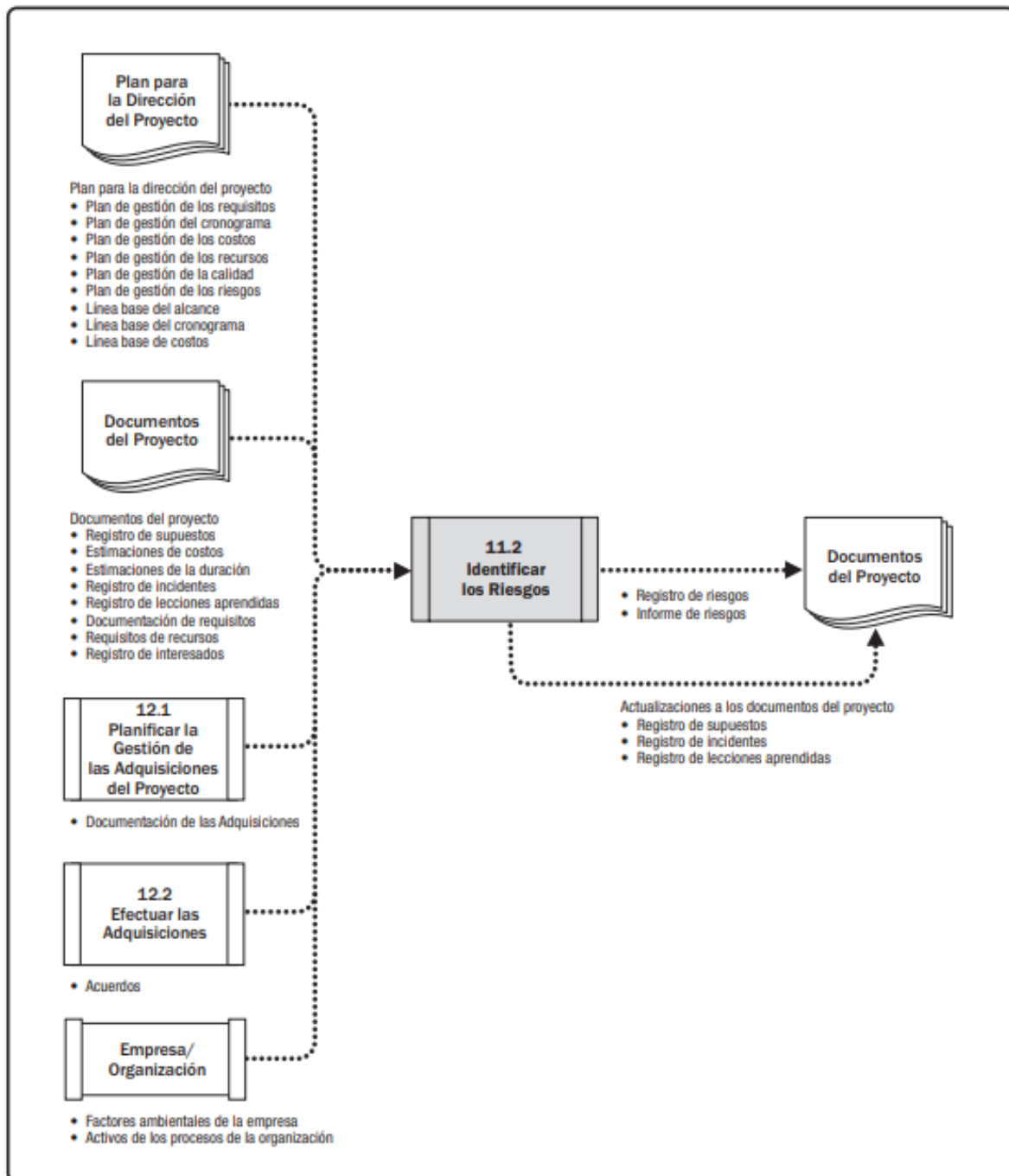


Figura N° 4. Desglose de la identificación de riesgos

Fuente: PMBOK, 2017, p. 410

2.1.10. Registro de los riesgos

Durante este proceso, el director del proyecto y su equipo, revisan todos los peligros identificados y describen cada uno de ellos, además de identificar la fuente del mismo. El registro de los riesgos se enfoca principalmente en la descripción de los riesgos individuales

que ya hayan sido identificados. Este es un proceso que trabaja de manera continua en todas las fases del análisis de riesgos. Toda la información recabada, analizada y obtenida de todo el análisis de riesgos será asentada en un registro detallado y transparente.

Una vez realizado el registro de los riesgos se puede hacer opcionalmente una breve descripción de las consecuencias y escenarios a ocurrir, para tener una visión más precisa al momento del análisis de los riesgos. Luego de haber realizado la identificación de los riesgos en el registro debe incluir:

- Lista de riesgos identificados.
- Responsables potenciales de los riesgos.
- Causas y consecuencias de cada riesgo individual.

2.1.11. Análisis del riesgo

El propósito de la metodología del análisis de riesgos es determinar el impacto de cada riesgo y su probabilidad. Para la ejecución de este proceso se debe realizar un análisis de riesgos cualitativo y cuantitativo utilizando herramientas como la matriz de riesgos y las simulaciones. De esta forma, la importancia o frecuencia de cada riesgo puede calcularse en términos de probabilidad e impacto analizando lo siguiente:

- La posibilidad de ocurrencia de los riesgos identificados.
- Las posibles causas de los riesgos.
- El impacto del riesgo en el proyecto.

El PMBOK declara que después del análisis cualitativo se ejecuta el análisis cuantitativo y se prioriza los riesgos de mayor impacto que conlleven un perjuicio no estimado, ya sea en el presupuesto o en el tiempo de ejecución. Una vez que se conozcan los impactos, se tomarán otras acciones, como cuantificar los riesgos de mayor pérdida y desarrollar medidas de respuesta. La ejecución del análisis cuantitativo brinda valores estadísticos de los riesgos en base a estimaciones de expertos, mientras el análisis cualitativo da apreciaciones poco significativas del impacto de cada riesgo, con la ayuda de la matriz de probabilidad.

2.1.11.1. Análisis cualitativo de riesgos

El análisis cualitativo es un estudio subjetivo de los riesgos identificados, dándoles valores de probabilidad de incidencia y de impacto. Esta evaluación brinda una percepción de la peligrosidad de cada riesgo sin incluir valores reales, simplemente asignándoles un grado de impacto y según el valor obtenido y la categorización de ese valor, nos muestra si el riesgo es: alto, moderado o bajo. Por lo tanto, a los riesgos que tienen mayor probabilidad de tener un impacto significativo en el proyecto, se procede a desarrollar planes de contingencia y hacer un análisis cuantitativo para generar valores reales de las posibles pérdidas que puedan causar estos riesgos. El análisis cualitativo se basa principalmente en una percepción personal del proyecto, aunque también puede incluir: entrevistas al personal de trabajo o profesionales experimentados en el ámbito.

2.1.11.1.1. Herramientas para el análisis cualitativo.

- Entrevistas a expertos, se los realiza a través de vistas de campo a los trabajadores del proyecto, conversaciones con profesionales en construcción para estimar las probabilidades e impactos de cada riesgo identificado en el proyecto, clasificándolos en alto, bajo y moderado.
- Matriz de probabilidad e impacto, Por lo general, se representa mediante un esquema de doble entrada, donde se ajustan el impacto y la probabilidad para dar un valor de riesgo. Una vez que tenga la probabilidad y el valor de impacto, se estipula una calificación de riesgo, multiplicando la probabilidad por el valor de impacto, como se muestra en la Figura 5.

El PMBOK enseña una matriz de blanco y negro con la que representa las condiciones a través de los distintos niveles de gris. En la figura N°5. Las áreas grises oscuras (valores más altos) representan alto riesgo con alta probabilidad, las áreas grises medias (valores medios) representan riesgo moderado e impacto potencial medio y las áreas en blanco (valores bajos) representan un riesgo insignificante.

		Amenazas					Oportunidades						
Probabilidad	Muy alta 0,90	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72	0,72	0,36	0,18	0,09	0,05	Muy alta 0,90	
	Alta 0,70	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56	0,56	0,28	0,14	0,07	0,04	Alta 0,70	
	Mediana 0,50	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40	0,40	0,20	0,10	0,05	0,03	Mediana 0,50	
	Baja 0,30	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24	0,24	0,12	0,06	0,03	0,02	Baja 0,30	
	Muy baja 0,10	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01	Muy baja 0,10	
		Muy bajo 0,05	Bajo 0,10	Moderado 0,20	Alto 0,40	Muy alto 0,80	Muy alto 0,80	Alto 0,40	Moderado 0,20	Bajo 0,10	Muy bajo 0,05		
		Impacto negativo					Impacto positivo						

Figura N° 5. Matriz de Probabilidad e Impacto

Fuente: PMBOK, 2017, p. 408

El impacto debe ser medido en una tabla con escala numérica con respecto al ámbito de interés ya sea: el costo, tiempo, calidad o alcance para un entendimiento más claro de los riesgos y su influencia como en la tabla N°3:

Objetivo del proyecto	Muy bajo 0.05	Bajo 0.1	Moderado 0.2	Alto 0.4	Muy alto 0.8
Costo	Incremento insignificante del costo	<5% de incremento en el costo	5-10% de incremento en el costo	10-20% de incremento en el costo	>20% de incremento en el costo
Tiempo	Atraso insignificante de tiempo	Atraso en tiempo 5%	Atraso general en el proyecto 5-10%	Atraso general en el proyecto 10-20%	Cronograma del proyecto se atrasa >20%
Alcance	Disminución del alcance apenas apreciable	Áreas secundarias del alcance son afectados	Áreas principales del alcance son afectadas	Reducción del alcance inaceptable para el cliente	Producto final es totalmente inútil
Calidad	Disminución de la calidad apenas apreciable	Sólo aplicaciones muy exigentes son afectadas	Reducción de la calidad requiere aprobación del cliente	Reducción de la calidad es inaceptable para el cliente	El producto final del proyecto es totalmente inutilizable

Tabla N°3. Tabla de impacto de los objetivos del proyecto

Fuente: Elaboración propia

2.1.11.2. Análisis cuantitativo de los riesgos

Este es un análisis numérico del impacto de los riesgos identificados, este análisis mide el impacto y la probabilidad de todos los riesgos individuales que hayan sido identificados y que presenten una influencia en el proyecto. También posee la ventaja de aportar una mejor visión frente a una alta incertidumbre y de riesgo. Además, captura la posibilidad de que ocurra un riesgo potencial en ciertas situaciones de ejecución (PMI, 2017).

Este análisis ayuda a reducir el nivel de incertidumbre del proyecto y tiene los siguientes propósitos:

- Identificar las amenazas que requieren acción.
- Identificar los principales riesgos del proyecto y sus consecuencias.
- Identificar las amenazas de mayor a menor preocupación.
- Determinar el impacto en el presupuesto y cronograma
- Establezca metas de tiempo, costo y alcance.

Finalmente, se ajusta el análisis cuantitativo con el estudio de los riesgos más importantes del proyecto, se establece los valores estimados de las pérdidas por parte de los riesgos mediante simulación Monte Carlo, se determina el tipo de distribución de probabilidad y finalmente se identifica las amenazas que tienen mayor impacto en el proyecto. Las herramientas de análisis de riesgo cuantitativo disponibles incluyen:

- Juicio de expertos,
- Recopilación de Datos
- Simulación Monte Carlo
- Entrevistas
- Uso de registros históricos.

Ahora bien, la investigación está centrada en las herramientas de entrevistas, juicios de expertos y estimaciones para análisis cualitativo de riesgos del proyecto en la etapa de

ejecución. Para el análisis de riesgo cuantitativo, nos centraremos las simulaciones Monte Carlo con distribuciones de probabilidad y simulación de diferentes escenarios.

2.1.11.2.1. Simulación Monte Carlo.

El método Monte Carlo, también conocido como método de simulación Monte Carlo, fue iniciado en la década de 1940 por Stanisław Ulam y Johann Von Neumann. El seudónimo "Monte Carlo" proviene de Mónaco, conocida principalmente por sus juegos de azar (González & Darbra, 2015). Es una técnica que se utiliza en muchos campos, como las finanzas, la gestión de proyectos, la fabricación, etc.

La simulación de Monte Carlo es esencialmente un experimento de muestreo, que tiene como objetivo estimar la distribución de los campos de salida que dependen de los campos de entrada según la probabilidad e impacto. Se utiliza asimismo para generar variables aleatorias y valorar incertidumbres en sistemas complejos.

La concepción primordial de este método se basa en la posibilidad de ocurrencia, puesto que propone conocer la probabilidad de un evento, obtenido mediante la realización de simulaciones y definiendo las variables aleatorias, que se deben en función de los resultados obtenidos de las pruebas realizadas. Las simulaciones de Monte Carlo, brindan respuestas a los posibles resultados mediante la creación de un modelo que reemplaza cualquier incertidumbre con un rango de valores. Luego calcula el resultado iterativamente usando un conjunto diferente de valores aleatorios en función de probabilidad y el impacto o solo la probabilidad (González & Darbra, 2015).

Un dato interesante del Método Monte Carlo, es la creación de escenarios basados en la utilización de funciones de distribución de probabilidades, a partir de un muestreo aleatorio, proporcionando así, mediante simulaciones repetitivas, la obtención de un histograma asociado a una curva de probabilidad de densidad acumulada, que cuantifica en porcentaje la probabilidad de que dicho valor se sitúe por encima, por debajo o entre un intervalo de confianza elegido.

Para otros expertos, el Método Monte Carlo incluye el uso de técnicas probabilísticas, para generar números aleatorios utilizados para agregar variación sistemática a la serie de datos

de entrada, cada uno de los cuales tiene una distribución específica. La simulación permite la creación de un perfil de resultados probables y posibilita un análisis de la incertidumbre de cualquier proyecto. (Machado & Ferreira, 2012)

Las simulaciones son un poderoso complemento para el análisis cuantitativo. Mediante simulaciones, puede probar una gran cantidad de escenarios a la vez y registrar cómo reacciona su modelo a cada escenario. Al simular muchos valores posibles para las entradas de su modelo, puede ver y analizar una distribución completa de resultados. De esta manera, las simulaciones ayudan a los analistas a gestionar el riesgo, al proporcionar un medio para evaluar las fortalezas y debilidades de un modelo determinado. Las simulaciones tienen las siguientes características:

- Son experimentos iterativos que modelan distintos posibles escenarios, para medir sus respuestas sistemáticas a los insumos.
- Permiten una comprensión general de la naturaleza de los procesos del proyecto.
- Identifican problemas de diseño, organización y responsabilidad.

Al ejecutar una simulación, puede ingresar rápidamente muchas entradas de acuerdo con un patrón de datos para afectar las salidas del modelo, mientras se realiza un seguimiento de cómo cambian esas variables durante la simulación.

2.1.11.2.1.1. Consideraciones de modelado y simulación

Si bien los modelos y las simulaciones pueden ser herramientas poderosas para la toma de decisiones, se deben considerar los siguientes aspectos del proceso de desarrollo para evitar la repetición y lograr resultados:

- Los resultados dependen de datos iniciales precisos; por lo tanto, asegúrese de que los datos dependientes sean confiables.
- No puede confiar completamente en las simulaciones para cambiar situaciones modeladas o para que sirvan como soluciones independientes. (Glover, 2010)

- La simulación no proporciona respuestas fáciles a problemas complejos.

El análisis cuantitativo pretende estimar valores reales a los riesgos identificados de un proyecto, utilizando datos experimentales o evaluaciones cuantitativas. La distribución de probabilidad son un componente indispensable para la realización de las simulaciones, es una forma más realista de describir la incertidumbre de las variables del análisis de riesgo. Las distribuciones de probabilidad comúnmente usadas en las simulaciones son:

- *Bernoulli* – la distribución de Bernoulli es un modelo hipotético comúnmente utilizado para representar una variable aleatoria discreta que solo puede ser el resultado de dos eventos mutuamente excluyentes (Rodo, 2010), en cuyo caso a la probabilidad se le asigna un riesgo y la distribución de Bernoulli generará aleatoriamente si el evento ocurre o no.
- *Binomial* – esta distribución de probabilidad discreta constituye un número de experimentos independientes “n” por un número de veces de éxito.
- *Poisson* – es una distribución de probabilidad discreta, simula la frecuencia de los eventos especificados en el período de tiempo colocado, a partir de la incidencia de eventos medios específicos.
- *Int-uniforme* – distribución rectangular o distribución uniforme, es conjunto de distribuciones simétricas. Esta distribución describe un experimento en el que hay resultados arbitrarios entre ciertos límites. Por lo general se la utiliza cuando no hay datos ni registros donde se pueda basar el estudio.

Con respecto a las distribuciones de severidad o de impacto, las más utilizadas son:

- *Normal* – se define como el valor medio o esperado por una desviación estándar. Tiene una mayor probabilidad los valores intermedios más cercanos al promedio y se constituyen de manera simétrica.
- *Log-normal* – es la función logarítmica de la distribución normal que se utiliza para representar un valor no inferior a cero, pero con un potencial positivo infinito.

- *Uniforme* – es usado cuando no se posee mayor información, simplemente se utiliza el máximo y el mínimo valor, con la misma probabilidad de ocurrencia.
- *Triangular* – es usado cuando se posee valores: mínimo, más probable y máximo. La ocurrencia de valores más cercanos al más probable son los de mayor ocurrencia.
- *PERT* – su uso es similar al de la distribución triangular con valores: mínimo, más probable y máximo. Sin embargo, esta distribución tiene una gráfica más suave que la triangular. Es manejada cuando se tiene confianza en los datos estimados (Glover, 2010).

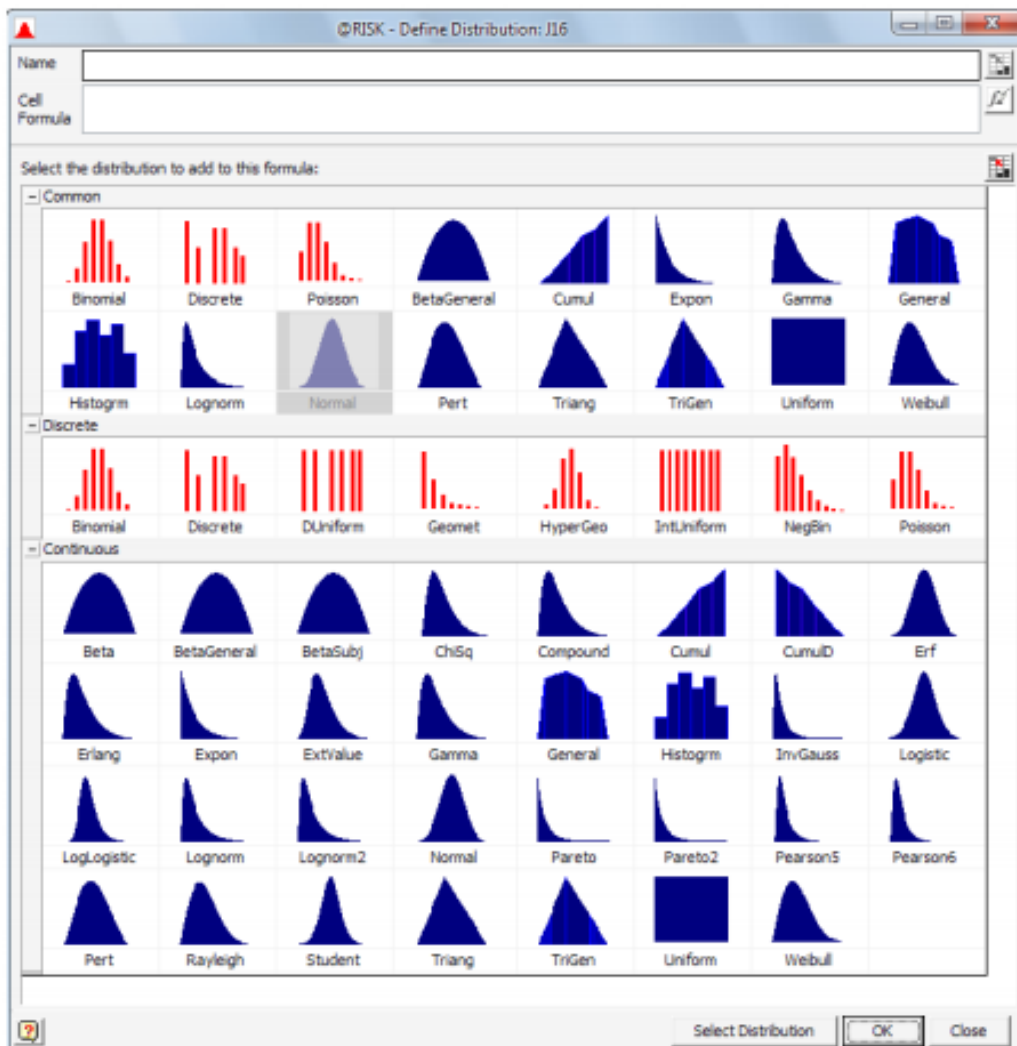


Figura N° 6. Ejemplos de diagramas de distribución para el método Monte Carlo

Fuente: Software @Risk

En la simulación de Monte Carlo, los valores se extraen de la distribución de probabilidad de los datos de entrada, el conjunto de muestras se denomina iteraciones y se registran los resultados correspondientes. La simulación efectúa este proceso miles de veces, con un gran número de resultados posibles que describen una curva, según el gráfico analizado. En otras palabras, la simulación de Monte Carlo puede obtener una imagen más completa de lo que podría suceder, no solo muestra la posibilidad de ocurrencia, sino que también el valor de impacto en costo o tiempo según los datos ingresados (Palisade, 2020).

Finalmente, la simulación Monte Carlo facilita a los administradores de proyectos, una gama de posibles resultados y probabilidades de cada alternativa de acción. Indica las probabilidades y todas las posibles consecuencias de decisiones intermedias (Javier Faulin, 2005). En el anexo 1 se presenta de manera gráfica y metódica el funcionamiento del programa DT Simulator realizando una simulación Montecarlo.

2.1.12. Planificación de respuesta a los riesgos

PMBOK (2017) afirma que, la planificación de la respuesta al riesgo es el proceso para remediar e identificar acciones y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto. Las respuestas a los riesgos deben ser proporcionales a su importancia, ya que los esfuerzos para controlar y combatir estas amenazas tienen un costo.

La planificación de riesgos es el proceso de desarrollar opciones o alternativas, seleccionar estrategias y acordar acciones para aumentar las oportunidades y reducir los riesgos a los objetivos del proyecto. Además, de implementar medidas de respuesta al riesgo siempre que sea posible y razonable. (Project Management Institute, 2017).

Las respuestas a los riesgos deben ser apropiadas y efectivas de tal manera que puedan minimizar la amenaza del proyecto, mientras magnifica la productividad del mismo. Las respuestas deben ser planeadas de acuerdo a la relevancia del riesgo, debe ser rentable en la relación costo-beneficio y aprobado por las partes involucradas. En general, surgen numerosas alternativas a raíz de un riesgo, de las cuales se debe seleccionar las respuestas más óptimas en relación al costo y tiempo, por lo que los métodos usados deben sugerir la mejor respuesta a cada riesgo individual identificado.

También se debe identificar los riesgos subsiguientes o secundarios, estos riesgos nacen como resultado de la implementación de respuestas de algunos riesgos principales y su correspondiente monitoreo. Generalmente se mantienen como una contingencia, puesto que no influye mayormente en los objetivos del proyecto. En caso de implementar estas respuestas a los riesgos secundarios, se debe tener en cuenta el costo-beneficio de la implementación de tales respuestas.

- ❖ *Estrategias para los riesgos o amenazas:* La estrategia a optar cuando se presenta un riesgo son: *evitar, transferir y mitigar*. En caso de no encontrar solución o que su impacto sea bajo se procede a *aceptar*, esto aplica tanto para riesgo o amenaza (PMI, 2017).
- ❖ *Estrategias para Oportunidades:* Por otra parte, para los riesgos positivos el PMI (Project Management Institute, 2017) sugiere algunos métodos como: *explorar, aceptar, compartir y mejorar*.

2.1.12.1. Herramientas de planificación para los riesgos

Estrategias para los riesgos y amenazas

En casos negativos del proyecto podemos tomar las siguientes opciones: *mitigar, transferir, evitar y aceptar*.

- *Mitigar*, es una estrategia que limita la probabilidad de un riesgo o restringe su impacto. Por lo que, es más efectivo tomar decisiones de manera temprana para reducir estas probabilidades, que lidiar con el impacto drástico en el proyecto. El costo de mitigar el riesgo debe ser igual o menor al costo incurrido si se hubiera producido el riesgo. La mitigación de riesgos es el método más común utilizado en la industria de la construcción.
- *Transferir*, es una estrategia para trasladar el riesgo y sus consecuencias a un tercero, quien debe dar garantías adecuadas para contrarrestar la probabilidad de ocurrencia de estos riesgos.

- *Evitar*, por lo general, esto implica un cambio de estrategia o una reducción del alcance del proyecto, de forma en que se evite extensiones imprevistas de plazo. Este enfoque tiene fallas si no hay un suficiente control sobre la ejecución de las operaciones.
- *Aceptar*, es una medida de respuesta en la que se asume las consecuencias del riesgo y no se toma alternativas, hasta que el riesgo se convierte en realidad. Tal estrategia se puede implementar de forma pasiva y activa. La asunción pasiva de riesgos significa no tomar ninguna medida sobre ocurrencia del riesgo. Asumir riesgos de forma activa incluye crear planes de contingencia para hacer frente a esos riesgos y, por lo tanto, disponer del tiempo, el dinero o los recursos necesarios para gestionarlos.

2.2.Marco conceptual.

- **Análisis de riesgos:** Consiste en identificar la fuente, extensión y recurrencia del riesgo. Identificar vulnerabilidades y desarrollar posibles escenarios de riesgo.
- **E.D.R:** Estructura de desglose de riesgos.
- **FODA:** método de investigación que se basa en los puntos de vista de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas.
- **Gestión de riesgos:** Un conjunto de procesos para la planificación de los riesgos, que consiste en la identificación, el análisis, la planificación de la respuesta, la ejecución de la respuesta y el seguimiento de los riesgos del proyecto.
- **Juicios de expertos:** conjetura de técnicos en un enfoque de gestión de riesgos, basado en la experiencia o conocimiento personal.
- **Tormenta de ideas:** método usado para generar nuevas ideas o resolver problemas específicos pensando de forma fulminante y espontánea sobre un fondo propuesto.
- **Matriz de probabilidad:** Es un esquema que relaciona la probabilidad de cada riesgo con su impacto. Esta matriz identifica combinaciones de probabilidades e impactos que permiten clasificar los riesgos en grupos establecidos.
- **PMBOK:** Es conjunto de conceptos básicos de la gestión de proyectos. Se constituye por fundamentos de la gestión de proyectos incluyendo métodos tradicionales comprobados y ampliamente utilizados. (Project Management Institute, 2017)

- **PMI:** Project Management Institute.
- **Riesgos:** Probabilidad de accidentes o errores que influyan en la productividad, en el costo u objetivos del proyecto.
- **Simulación:** Técnica numérica para generar escenarios específicos, por medio de un software y utilizando modelos gráficos y metódicos.

CAPÍTULO III

3. PROPUESTA A REALIZAR

CASO DE ESTUDIO: CONJUNTO HABITACIONAL LA MOLINA

3.1. Antecedentes del proyecto

Desde el mes de noviembre del 2019, inició la construcción del proyecto La Molina, ubicado en la parroquia Calderón. La compañía encargada del proyecto es la constructora ecuatoriana Movack quien es la propietaria del terreno y principal accionista del mismo. Este es el primer gran proyecto de esta empresa, bajo la dirección del Dr. Oscar Viteri y sus hijos. El proyecto tuvo un paro de 5 meses debido a la pandemia por COVID y retomó las actividades en el mes de julio del año 2020, dicha obra tiene el objetivo de satisfacer la gran demanda residencial del sector de Carapungo, posee un diseño moderno con un buen aprovechamiento de los espacios. El diseño estructural, hidrosanitario y eléctrico fue encargado a profesionales ajenos a la empresa y su realización se llevó a cabo bajo responsabilidad del maestro mayor Segundo Caiza, así como su equipo de trabajo. El grupo de trabajo del maestro Caiza es el encargado de la construcción y las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas. El proyecto no cuenta con un ingeniero civil residente de planta, todo el proyecto está bajo la supervisión del Dr. Viteri, quien posee una baja experiencia en la planificación de proyectos.

El lote donde se ejecutará la construcción tiene una superficie de 2542,84 metros cuadrados siendo utilizados 1718.55 m² de área de construcción. El proyecto consta de seis etapas que se conforman por casas y departamentos, posee todos los servicios básicos (agua, luz, desagüe) y áreas de parqueadero.

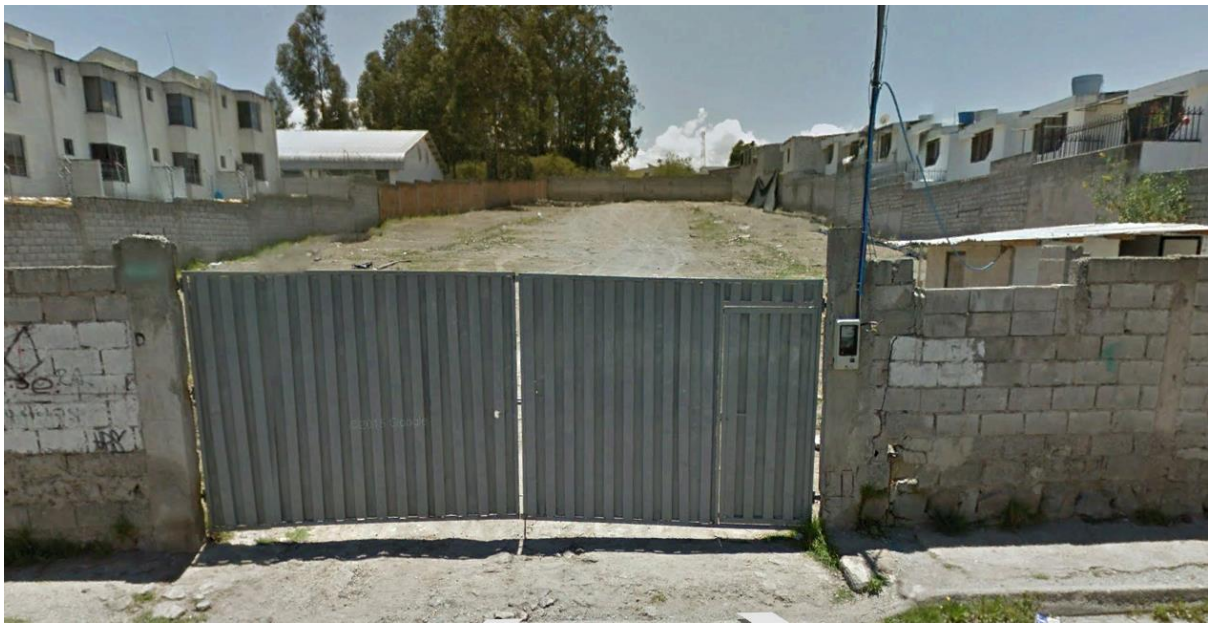
La investigación está centrada en las etapas dos y tres del proyecto debido a su semejanza en el diseño como en su metodología constructiva. Esto nos ayudó a estimar de mejor manera los costos de cada riesgo identificado. Debido a que la primera etapa se realizó previamente a la pandemia por COVID, no se lo incluyo a la investigación por razones prácticas, ya que los resultados obtenidos de dicha etapa afectarían negativamente al estudio proyectando datos irreales. Para la etapa uno se asumieron todos los riesgos identificados y en

la segunda como en la tercera etapa se realizó el análisis de riesgos y se propuso un plan de control al gerente de obra para mejorar su productividad.

Población: Proyecto Habitacional “Conjunto la Molina”

Muestra: Etapa 1,2 y 3

Vista del terreno



Vista del proyecto



Vista del interior de las viviendas de las etapas 1,2 y 3.



Ubicación del proyecto

Región: Sierra

Provincia: Pichincha

Cantón: Quito

Parroquia: Calderón

Sector: Carapungo



Ubicación geográfica

Coordenadas UTM Zona – cuadrante 17 L

- *Oeste (X): 783937.9 m*
- *Sur (Y): 9989089.6 m*
- *Altitud: 2,651 m.s.n.m.*
- *Región: Sierra*

3.2. Diseño de investigación

La investigación de esta disertación se enfocó en el uso de técnicas y herramientas del PMI-PMBOK 6ta edición del año 2017, mecanismos que son pilares fundamentales para el éxito de este estudio y la consecución de sus objetivos. El nivel de investigación tiene un alcance descriptivo, debido a que recoge información para medir y evaluar diversos riesgos del proyecto de construcción, con el propósito de comprender su manifestación en el tiempo de vida del proyecto.

Durante el proceso de la investigación se utilizó métodos descriptivos para comprender las variables del estudio. Entre las herramientas utilizadas fueron: entrevistas con profesionales encargados del proyecto, trabajadores con mucha experiencia en la construcción, ingenieros experimentados ajenos al proyecto, además, del uso de fuentes de información de parte de la misma empresa y sobre todo la observación del avance del proyecto.

Finalmente, se emplearon métodos cualitativos y cuantitativos para comprender de mejor manera los datos obtenidos. Para la investigación, además de las entrevistas se usó la observación y la experiencia de lo realizado en la etapa uno del proyecto como antecedente para los riesgos existentes en la etapa dos y tres, ya que son bloques de casas similares que conlleva el mismo proceso constructivo.

3.3. Descripción de la problemática

El proyecto del conjunto habitacional la Molina está rodeado de muchos factores interesantes de estudio, que representan los métodos de construcción convencionales utilizados en el país, entre ellos cabe mencionar los siguientes:

- La complejidad de gestionar un proyecto en base al diseño y posteriormente una comunicación, coordinación con los clientes o dueños.
- El hecho de la subcontratación de varios elementos o plantillas de trabajo, genera una mayor productividad en el avance de la obra sin embargo la falta de un residente de obra calificado o un supervisor con un conocimiento sobre ingeniería civil puede causar una gestión ineficiente y con errores técnicos en el proyecto.
- El subcontratar grupos de trabajo para que se ocupen de diferentes aspectos del proyecto, esto puede causar algunas inconsistencias en la forma en que se realizan las tareas, especialmente cuando se toman algunas decisiones.
- El dueño de la empresa, que fue a su vez el supervisor de la obra, sin un conocimiento en la gerencia de proyecto ni en el campo de la ingeniería civil, solamente provee de recursos al maestro encargado del proyecto sin un entendimiento técnico de la ingeniería en la construcción.

- Los arquitectos del proyecto poseen gran influencia en las decisiones de la obra, al subcontratar ingenieros civiles solamente para el diseño estructural, sanitario y eléctrico, podría provocar que la calidad de la obra decaiga y se generen mayores problemas en la ejecución del proyecto.
- Al no tener un ingeniero de planta que gestione el proyecto y actividades como generalmente sucede en la construcción, el avance del proyecto estará ligado a la experiencia de los trabajadores y, al ejecutar métodos poco innovadores y desactualizados, el proyecto tendrá una duración mayor y probablemente con un alto costo de producción.

Además, hay que tener en cuenta que existen componentes externos que de igual forma pueden influir en el progreso del proyecto a realizar. A continuación, se mostrará las fases de la investigación realizada:

Etapas de Investigación	Indicadores	Técnicas de compilación de información
Identificación de riesgos	Etapas del proyecto, procesos constructivos, experiencia de profesionales especializados	<ul style="list-style-type: none"> - Entrevistas al personal de la obra, a ingenieros civiles, profesionales encargados de la obra civil. - Recolección de información, por medio de datos de la empresa, charlas con los encargados del proyecto - Observación directa.
Registro de riesgos	Identificación de los riesgos	<ul style="list-style-type: none"> - Observación directa
Análisis cualitativo y cuantitativo	Análisis de la información recopilada de una manera cualitativa y cuantitativa con el uso de los métodos	<ul style="list-style-type: none"> - Entrevistas - Análisis de los datos recopilados

	del PMI-PMBOK 6°Ed 2017	- Matriz de probabilidad e impacto - Simulación Montecarlo
Plan de control	Alternativas sugeridas al gerente del proyecto para una mitigación de los posibles riesgos de impacto considerable.	- Resultados obtenidos por parte de las matrices de probabilidad y simulaciones.
Conclusiones y Recomendaciones	Resultados de los análisis realizados	- Análisis de la información obtenida

Tabla N°4. Tabla de las etapas de investigación.

Fuente: Elaboración propia

3.4. Datos del proyecto La Molina

3.4.1. Costo estimado de la obra civil de las 6 etapas del proyecto

Etapas	Obras de Construcción	Precio Total	Valor Total por Vivienda	%
1	Obras preliminares	10.097,13	240,41	0,36%
2	Excavaciones y Rellenos	8.604,75	204,88	0,31%
3	Encofrados	37.264,13	887,24	1,34%
4	Estructura	986.869,77	23.496,90	35,36%
5	Contrapisos , mampostería, albañilería	503.696,00	11.992,76	18,05%
6	Instalaciones Hidrosanitarias	160.541,09	3.822,41	5,75%
7	Instalaciones eléctricas - telefónicas - TV	132.062,87	3.144,35	4,73%
8	Piezas sanitarias	30.460,00	725,24	1,09%
9	Acabados Arquitectónicos	749.998,20	17.857,10	26,88%
10	Mobiliario	126.000,00	3.000,00	4,52%
11	Acabados exteriores	11.189,64	266,42	0,40%
12	Obras de culminación	1.753,58	41,75	0,06%
13	Planificación	32.000,00	761,90	1,15%
Total		2.790.537,16	66.441,36	100,00%

Tabla N°5. Tabla del costo estimado de la obra civil de las 6 etapas del proyecto

Fuente: Constructora Movack

3.4.2. Costo estimado de las 6 etapas del proyecto

Obras de Construcción	Valor Promedio	Etapas					
		1	2	3	4	5	6
Obras preliminares	240,41	1.202,04	961,63	961,63	1.442,45	2.163,67	3.365,71
Excavaciones y Rellenos	204,88	1.024,38	819,50	819,50	1.229,25	1.843,88	2.868,25
Encofrados	887,24	4.436,21	3.548,96	3.548,96	5.323,45	7.985,17	12.421,38
Estructura	23496,90	117.484,50	93.987,60	93.987,60	140.981,40	211.472,09	328.956,59
Contrapisos , mampostería, albañilería	11992,76	59.963,81	47.971,05	47.971,05	71.956,57	107.934,86	167.898,67
Instalaciones Hidrosanitarias	3822,41	19.112,03	15.289,63	15.289,63	22.934,44	34.401,66	53.513,70
Instalaciones eléctricas - telefónicas - TV cable	3144,35	15.721,77	12.577,42	12.577,42	18.866,12	28.299,19	44.020,96
Piezas sanitarias	725,24	3.626,19	2.900,95	2.900,95	4.351,43	6.527,14	10.153,33
Acabados Arquitectónicos	17857,10	89.285,50	71.428,40	71.428,40	107.142,60	160.713,90	249.999,40
Mobiliario	3000,00	15.000,00	12.000,00	12.000,00	18.000,00	27.000,00	42.000,00
Acabados exteriores	266,42	1.332,10	1.065,68	1.065,68	1.598,52	2.397,78	3.729,88
Obras de culminación	41,75	208,76	167,01	167,01	250,51	375,77	584,53
Planificación	761,90	3.809,52	3.047,62	3.047,62	4.571,43	6.857,14	10.666,67
TOTAL	66.441,36	332.206,81	265.765,44	265.765,44	398.648,17	597.972,25	930.179,05

Tabla N°6. Tabla del costo estimado de las 6 etapas del proyecto

Fuente: Constructora Movack

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Identificación de los riesgos del proyecto La Molina

La identificación es un proceso fundamental para el análisis de riesgos en este proyecto, cuyo objetivo principal es identificar todos los riesgos que pueden afectar o influir a la obra civil y documentar las características de cada uno.

El primer paso en la identificación de riesgos consistió en el esclarecimiento de los objetivos generales del proyecto e identificar todas las actividades que podrían tener un efecto adverso en el logro de los objetivos. Para este paso, se requiere el aporte del gerente del proyecto y del cliente o accionistas, quienes establecen las metas del proyecto y, con base en sus expectativas, identifican los escenarios que pueden quebrantar estas metas.

Posteriormente, se consultó documentos históricos de proyectos similares y de la propia empresa constructora, hubo un diálogo con expertos en gestión de proyectos, profesionales en ingeniería civil, trabajadores del proyecto y docentes de la PUCE. Además, los informes realizados en obras similares por la misma empresa, relacionan las posibles debilidades al momento de la ejecución y sus efectos en las actividades del proyecto.

Toda la información recopilada se encuentra desorganizada, por lo que es indispensable el uso de la guía del PMBOK, que propone varios métodos para la sistematización de la información, en este caso el método FODA. Consiste en la identificando de las fortalezas y debilidades del grupo de trabajo y del proyecto.

Subsiguientemente, en base a las fortalezas, podemos identificar las posibles oportunidades que se pueden generar y en conjunto con las debilidades identificar las amenazas del proyecto. Este análisis da una idea clara, para identificar todos los riesgos que puedan existir en el proyecto. Esta etapa de organizar e identificar todos los riesgos posibles, fue en conjunto con la experiencia de profesionales relacionados al proyecto y a la rama de construcción.

ANÁLISIS FODA	
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> – Proyecto moderno con un diseño arquitectónico atractivo. – Buen sector inmobiliario – Subcontratación de las plantillas de trabajo – Prioridad del proyecto debido a que la empresa no posee otros proyectos. 	<ul style="list-style-type: none"> – Crecimiento poblacional en el sector de Carapungo. – Vender un 70% de las viviendas, por su elegante diseño.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> – Ausencia de un residente de obra. – Gerente de proyecto sin experiencia. – Ausencia de maquinaria de alta gama. – Métodos constructivos convencionales, por parte del personal de trabajo. – Capital limitado 	<ul style="list-style-type: none"> – Economía Baja a nivel nacional – Desastre natural – Aumento en contagios por COVID. – Robos de material. – Material de baja calidad. – Aumento de costo de los materiales – Sanciones por parte de la municipalidad

Tabla N°7. Análisis FODA del proyecto La Molina

Fuente: Elaboración Propia.

Posteriormente, se presentan los riesgos identificados de las etapas dos y tres del conjunto habitacional “La Molina” y sus posibles causas, esto con la ayuda de las entrevistas realizadas a los profesionales del proyecto, ingenieros civiles experimentados en el tema y trabajadores del proyecto.

RIESGOS	
Administración	No existe un proceso para la adquisición de los materiales de la obra
	Demora al pago de los proveedores
	Atraso del pago a los sub-contratantes
	Falta de herramientas y Equipos
	Control deficiente de los gastos e ingresos del proyecto (pérdida material secundario)
	Problema contractual con los proveedores o subcontratistas
	Incrementos inesperados en los costos de materiales
	Sanciones por cuestiones de regulación laboral
	Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios, alcantarillado)
Producción	Inexperiencia del personal de Obra (Ayudantes, Peones, Operarios.)
	Falta de coordinación entre las plantillas de trabajo
	Alteración de espacios y elementos en los planos
	Maquinaria en mal estado
	Indisponibilidad de los materiales requeridos para empezar la construcción
	Lluvia abundante en los días de fundición de losas, vigas y columnas.
	Accidentes de trabajo por falta de seguridad.
	Falla en la estructura del encofrado.
	Desastres naturales (sismo)
	Paro de actividades por aumento de contagios por COVID-19
	Acabados arquitectónicos deficientes (pintura, cerámica, muebles, etc.)
	Daños o robos a equipos y herramientas
	Escasez de mano de obra
Calidad	Procedimientos constructivos convencionales de menor calidad.
	Pérdida de material por defectos de fábrica (bloques, cerámicas, tuberías, muebles)
	Pruebas de ensayo del concreto que no cumpla con las resistencias.(pistola)
	Acero corroído debido a la exposición ambiental.

Tabla N°8. Lista de riesgos identificados,

Fuente: Elaboración propia

Al identificar los posibles riesgos del proyecto, se procede a visualizar las posibles causas de los mismos, en base a la experiencia de los profesionales entrevistados y de igual forma por la observación de la etapa uno del proyecto.

	RIESGOS	CAUSAS
Administración	No existe un proceso para la adquisición de los materiales de la obra	<ul style="list-style-type: none"> – Registro deficiente debido a la falta de un profesional residente con experiencia en obra.
	Demora al pago de los proveedores	<ul style="list-style-type: none"> – La demora de los pagos es muy común en la construcción ya que muchas veces depende de agentes externos, préstamos, etc.
	Atraso del pago a los sub-contratantes	
	Falta de herramientas y Equipos	<ul style="list-style-type: none"> – Inexperiencia en el ámbito de administración en un proyecto de construcción.
	Control deficiente de los gastos e ingresos del proyecto (pérdida material secundario)	<ul style="list-style-type: none"> – Falta de un especialista (residente de obra), que tenga en orden el avance y control del proyecto.
	Problema contractual con los proveedores o subcontratistas	<ul style="list-style-type: none"> – En caso de desconocer al personal subcontratado, puede existir inexperiencia en los trabajadores jóvenes.
	Incrementos inesperados en los costos de materiales	<ul style="list-style-type: none"> – Mala estimación de materiales, costos adicionales de herramientas u otros. – Aumentos de los precios debido a problemas económicos a nivel nacional.
	Sanciones por cuestiones de regulación laboral.	<ul style="list-style-type: none"> – Control deficiente en la contratación del personal. – Incumplimiento de los derechos del trabajador.

	Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios, alcantarillado)	– Ejecución de los servicios de alcantarillado e incendios deficientes o sin un asesoramiento profesional.
Producción	Inexperiencia del personal de Obra (Ayudantes, Peones, Operarios.)	– En caso de desconocer al personal subcontratado, puede existir inexperiencia en los trabajadores jóvenes.
	Falta de coordinación entre las plantillas de trabajo	– Una inadecuada gestión de proyectos y una mala planificación provoca un desorden en las actividades planeadas.
	Alteración de espacios y elementos en los planos	– La insatisfacción del propietario del proyecto y la falta de comunicación pueden generar cambios de última hora en la fase de implementación.
	Maquinaria en mal estado	– Demasiadas horas de trabajo o un mal mantenimiento de los propietarios.
	Indisponibilidad de los materiales requeridos para empezar la construcción	– Retraso por parte de la distribuidora o una mala planificación para la obtención de materiales.
	Lluvia abundante en los días de fundición de losas, vigas y columnas.	– El clima impredecible
	Accidentes de trabajo	– Falta de accesorios de seguridad, equipos de seguridad en mal estado y un mal uso de los implementos de seguridad.
	Falla en la estructura del encofrado.	– Encofrado insuficiente para soportar las cargas, encofrado en mal estado o antiguo.
	Desastres naturales (sismo)	– Fuerza de la naturaleza impredecible.
	Paro de actividades por aumento de contagios por COVI-D	– Nueva ola de pandemia
	Acabados arquitectónicos deficientes (pintura, cerámica, muebles, etc.)	– Inexperiencia del personal de trabajo – Ausencia de control por parte del gerente de obra.
	Daños o robos a equipos y herramientas	– Seguridad inexistente en el proyecto, falta de control con respecto a los materiales.

	Escasez de mano de obra	– Una deficiente adquisición del personal o mala estimación de los grupos de trabajo por parte del gerente del proyecto.
Calidad	Procedimientos constructivos convencionales de menor calidad.	– Trabajadores desactualizados sobre los métodos constructivos, ausencia de un residente de obra calificado.
	Pérdida de material por defectos de fábrica (bloques, cerámicas, tuberías, muebles)	– Materiales expuestos al clima, mala calidad de los materiales.
	Pruebas de ensayo del concreto que no cumpla con las resistencias.(pistola)	– Mala dosificación de los materiales para el hormigón, uso excesivo de agua.
	Acero corroído debido a la exposición ambiental.	– Exposición del acero a abundante lluvias sin protección.

Tabla N°9. Lista de riesgos identificados con sus respectivas causas,

Fuente: Elaboración propia

4.2. Análisis de los riesgos identificados

4.2.1. Análisis cualitativo

El análisis de riesgos cualitativo incluyó datos de entrevistas con expertos del proyecto, con trabajadores de la obra y evaluaciones de profesionales ajenos al proyecto. Fue utilizado la herramienta de matriz de probabilidad e impacto propuestas por el PMBOK 6ta Ed como se ve en la figura 5, para la evaluación cualitativa de todos los riesgos individuales identificados.

		Amenazas					Oportunidades						
Probabilidad	Muy alta 0,90	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72	0,72	0,36	0,18	0,09	0,05	Muy alta 0,90	
	Alta 0,70	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56	0,56	0,28	0,14	0,07	0,04	Alta 0,70	
	Mediana 0,50	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40	0,40	0,20	0,10	0,05	0,03	Mediana 0,50	
	Baja 0,30	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24	0,24	0,12	0,06	0,03	0,02	Baja 0,30	
	Muy baja 0,10	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01	Muy baja 0,10	
		Muy bajo 0,05	Bajo 0,10	Moderado 0,20	Alto 0,40	Muy alto 0,80	Muy alto 0,80	Alto 0,40	Moderado 0,20	Bajo 0,10	Muy bajo 0,05		
		Impacto negativo					Impacto positivo						

Figura N° 5. Matriz de Probabilidad e Impacto

Fuente: PMBOK, 2017, p. 408

La importancia del análisis cualitativo radica en:

- Conocer la importancia del Riesgo
- Optimizar el rendimiento del proyecto centrándose en las amenazas de alta prioridad
- Una guía de respuesta al riesgo.

La escala de probabilidad se clasifica como en la figura N° 5:

- Muy baja 0.10
- Baja 0.30
- Mediana 0.50
- Alta 0.70
- Muy Alta 0.90

La escala de impacto se clasifica como en la figura N° 5:

– Muy bajo	0.05
– Bajo	0.10
– Moderado	0.20
– Alto	0.40
– Muy Alto	0.80

Luego de determinar la probabilidad e impacto de un evento, se procede a identificar los tipos de riesgos, los cuales dividimos de la siguiente manera:

Categorización de los riesgos identificados:

Riesgo muy Grave (0.21-0.72)	Requiere precauciones urgentes, se debe tomar medidas inmediatas para evitar o mitigar estos riesgos individuales.
Riesgo Apreciable (0.08-0.20)	Llevar a cabo una investigación económica si se pueden tomar medidas preventivas para reducir el nivel de riesgo. Al ser un riesgo apreciable se puede contemplar métodos de mitigación hasta aceptación.
Riesgo Marginal (0.01-0.07)	Su impacto es apenas perceptible, por lo que no se necesitan contramedidas, simplemente su aceptación.

Tabla N° 10. Categorización de los riesgos en base a la matriz de probabilidad e impacto

Fuente: Elaboración propia

El Anexo 2 presenta un análisis cualitativo de los riesgos identificados y los valores recomendados para el riesgo con base en criterios individuales y juicio de expertos.

4.2.2. Análisis cuantitativo

Para la ejecución del análisis cuantitativo se procedió con el método de la simulación Monte Carlo, como establece el PMBOK. Las simulaciones brindan una esquematización de los resultados, una gran precisión y simplicidad en el análisis de riesgo. El método Montecarlo es el más adecuado sabiendo que requiere la estimación de múltiples valores de entrada. Este

es un factor clave en la definición de herramientas de análisis cuantitativo, puesto que los proyectos de construcción se llevan a cabo en entornos complejos, cuyos objetivos se establecen en situaciones variables.

El procedimiento de análisis contempla el uso del programa DT Simulator adquirido por la persona responsable de esta investigación, tomando en cuenta que otros softwares que efectúan los análisis cuantitativos, son de muy alto costo, rondan entre los 500 a 1500 dólares. Estos softwares proporcionan una extensa variedad de herramientas y hojas de cálculo, que se incorporan en el programa de Microsoft Excel con una infinidad de usos. Dado que la meta del trabajo de investigación fue realizar simulaciones Monte Carlo, se eligió la versión premium del software DT Simulator con un costo de \$ 95, ya que la versión estudiantil que es gratuita, no gestionaba bien todos los datos recopilados.

Para la obtención de los datos de la simulación se entrevistó a cuatro expertos ajenos al proyecto, docentes de la Universidad Católica del Ecuador, al gerente del proyecto y maestros de la obra. En el anexo 1 se muestra el funcionamiento del programa DT Simulator.

A todos estos profesionales se les instruyó sobre las características del proyecto “La Molina”, el presupuesto estimado para las etapas dos y tres, fotografías sobre el proyecto, particularidades sobre el equipo de trabajo, ubicación, materiales, etc. Con estas valoraciones, se procedió a definir valores más probables, mínimos y máximos en el costo y tiempo (en semanas), para las distribuciones de severidad. De igual forma con la experiencia de estos profesionales se estimó la probabilidad de cada riesgo o la frecuencia con la que ocurren, así para cargar los valores de probabilidad.

Lo siguiente fue una simple operación entre probabilidad y severidad, obteniendo así los datos de entrada para la simulación Monte Carlo. Para los valores de salida se categorizó los riesgos y se los ingresaron como:

- Riesgos Administrativos
- Riesgos en producción o gestión
- Riesgos de calidad o técnico

Y un dato más de salida fue el riesgo total, que resulta de la sumatoria de todos los riesgos de cada categoría.

Luego de realizar las simulaciones se determinaron los riesgos económicos y los que resulte una demora en el avance del proyecto o el cumplimiento de su cronograma. Los resultados dados por los histogramas nos ofrecen una estimación del costo promedio, un percentil 90 y un valor mínimo y máximo de todos los imprevistos e igualmente con respecto al tiempo estimado en semanas que demoraría la obra, si no se efectúa un plan de control de riesgos.

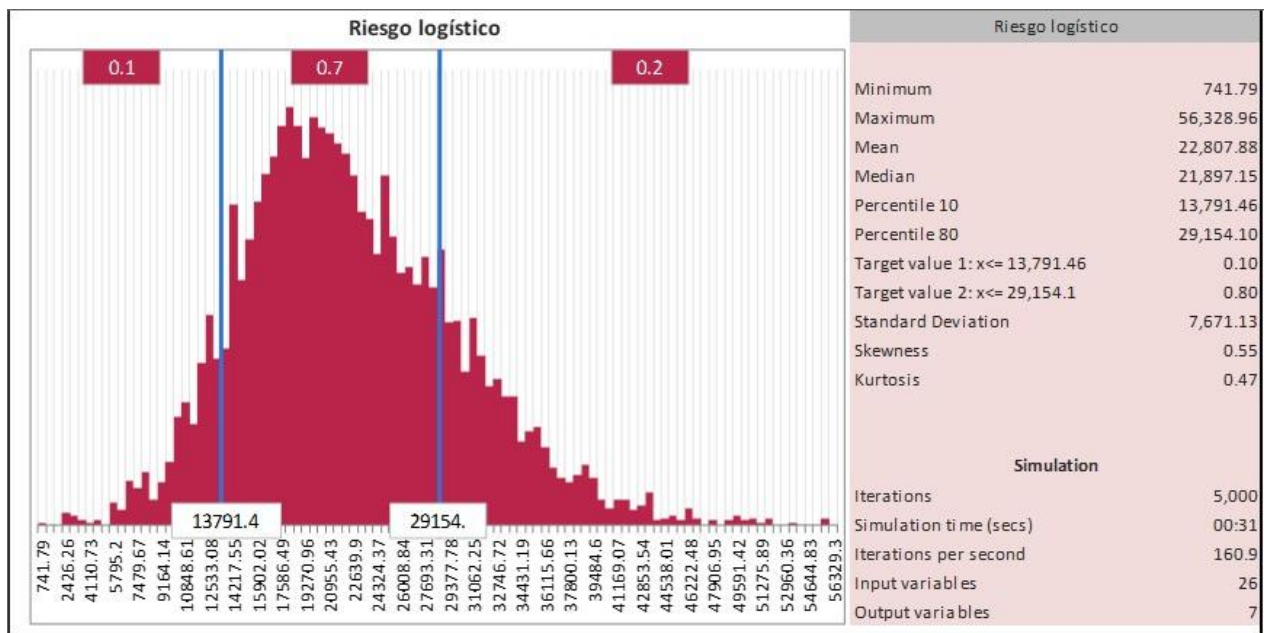
Los gráficos tornados resultaron muy útiles para conocer los riesgos potenciales del proyecto, (los imprevistos que le costarían más a la empresa y los que resultaría una demora significativa). Los datos usados en las simulaciones en base de las entrevistas se los encuentran en el anexo 3.

Resultados de la simulación en los costos de las etapas dos y tres del proyecto “La Molina”

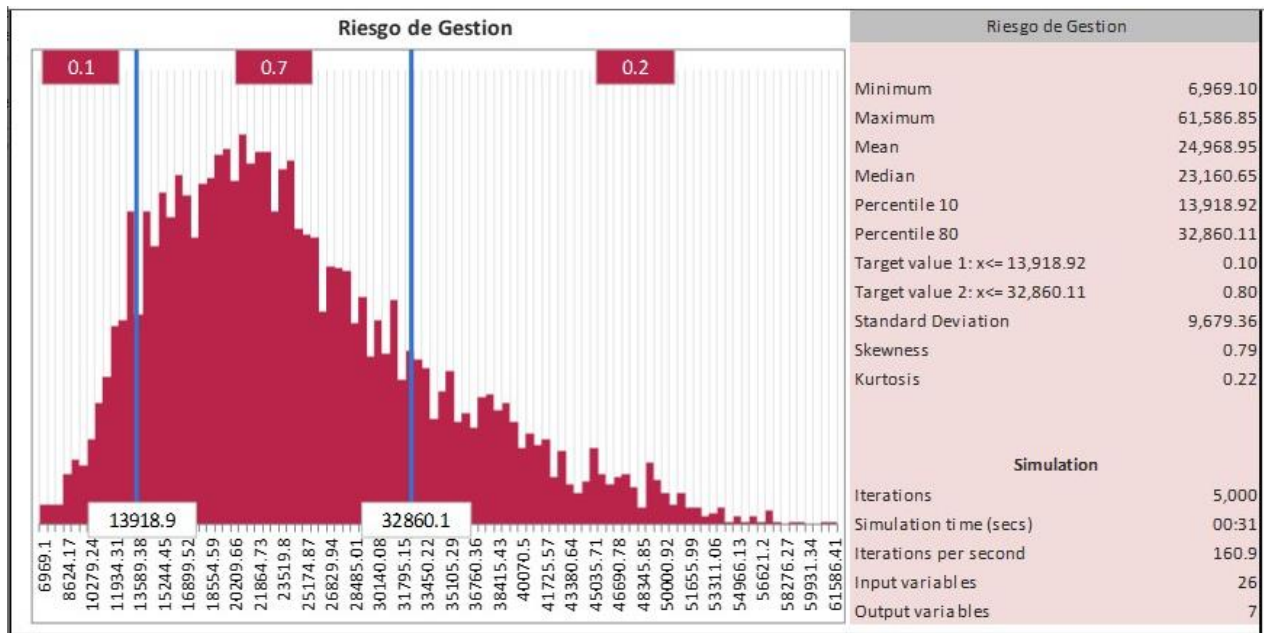
4.2.3. Resultados de la simulación en los costos de las etapas dos y tres del proyecto “La Molina”

4.2.3.1.HISTOGRAMAS

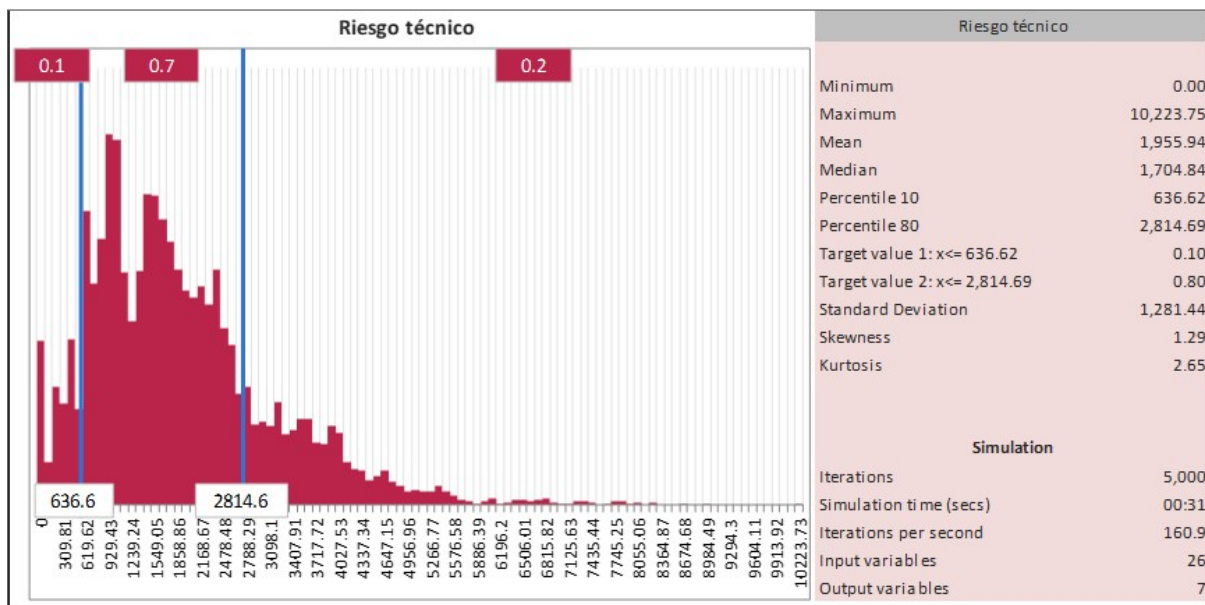
Riesgo Administrativo o Logístico



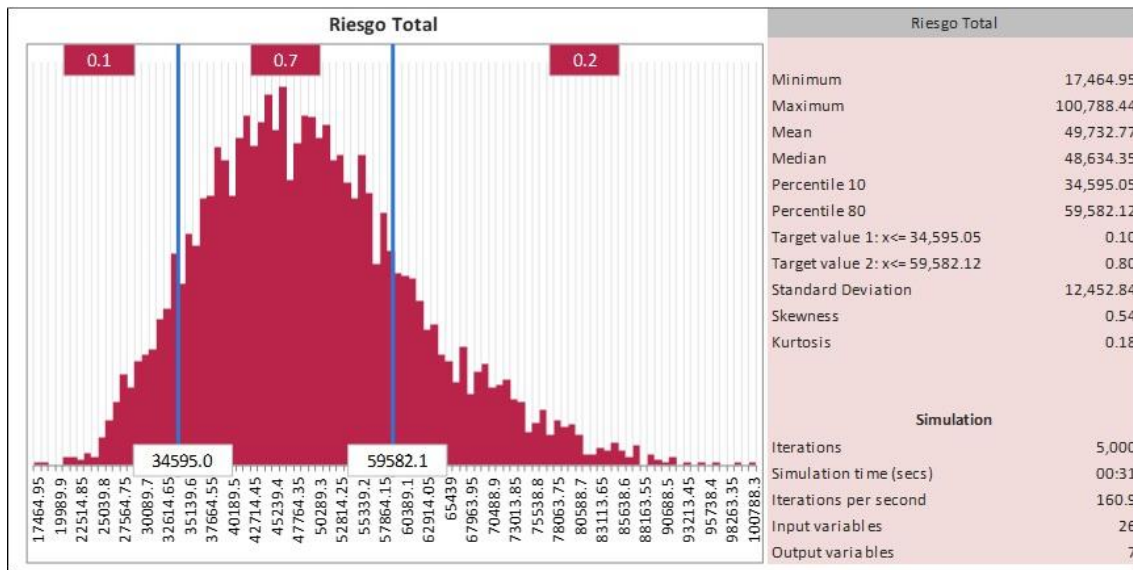
Riesgo en producción o gestión



Riesgo técnicos o de calidad

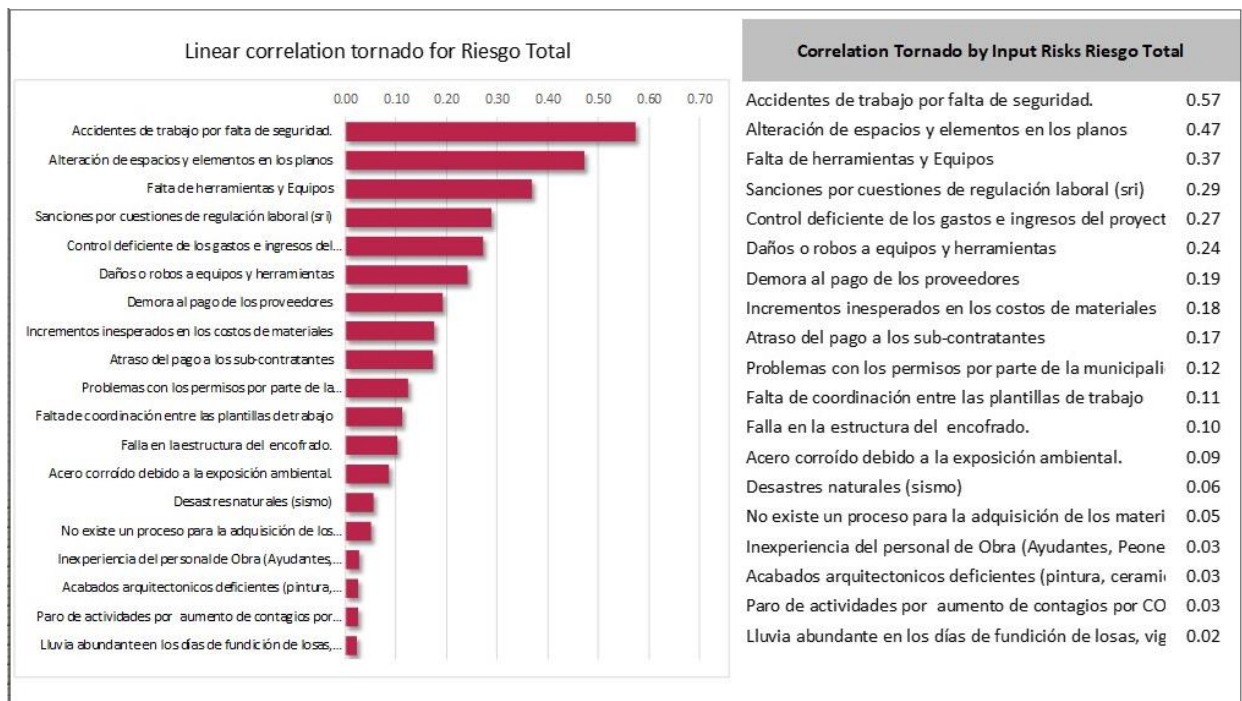


Riesgos Total



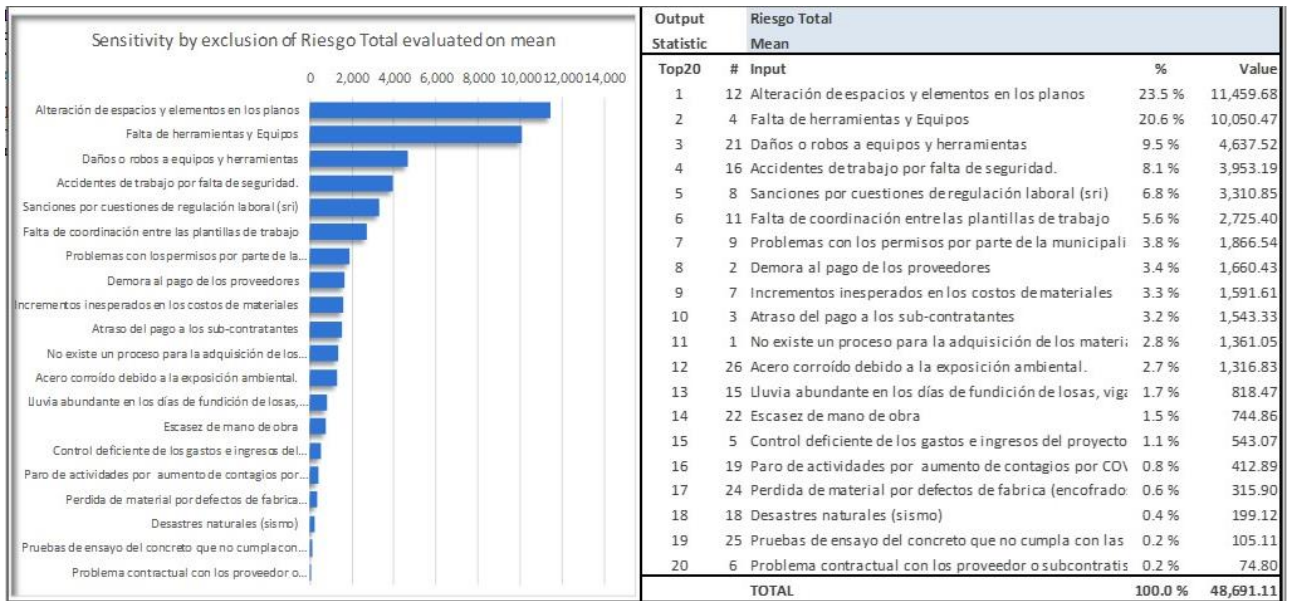
4.2.3.2. GRAFICAS TORNADO

4.2.3.2.1. General

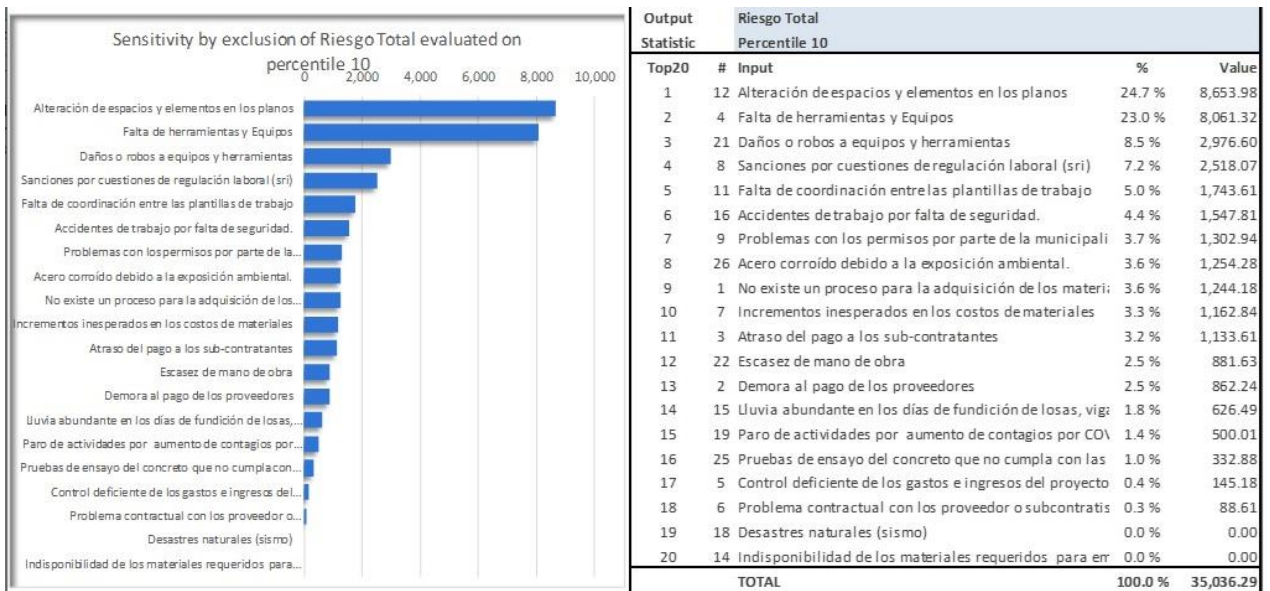


4.2.3.2.2. Sensibilidad

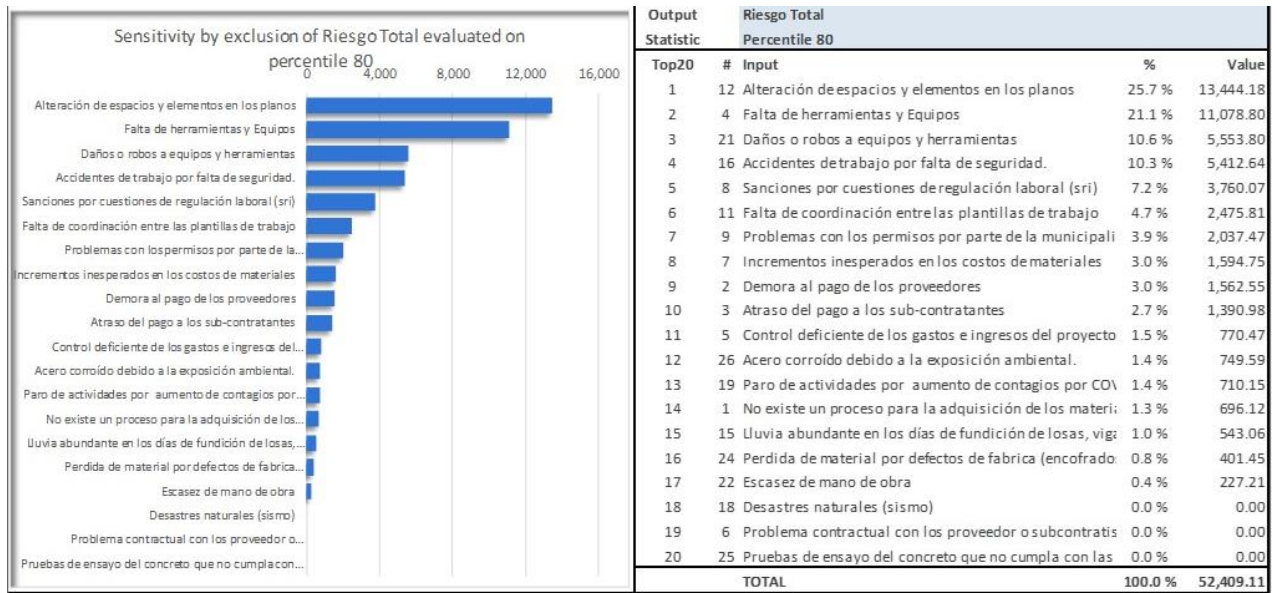
Promedio



Percentil 10



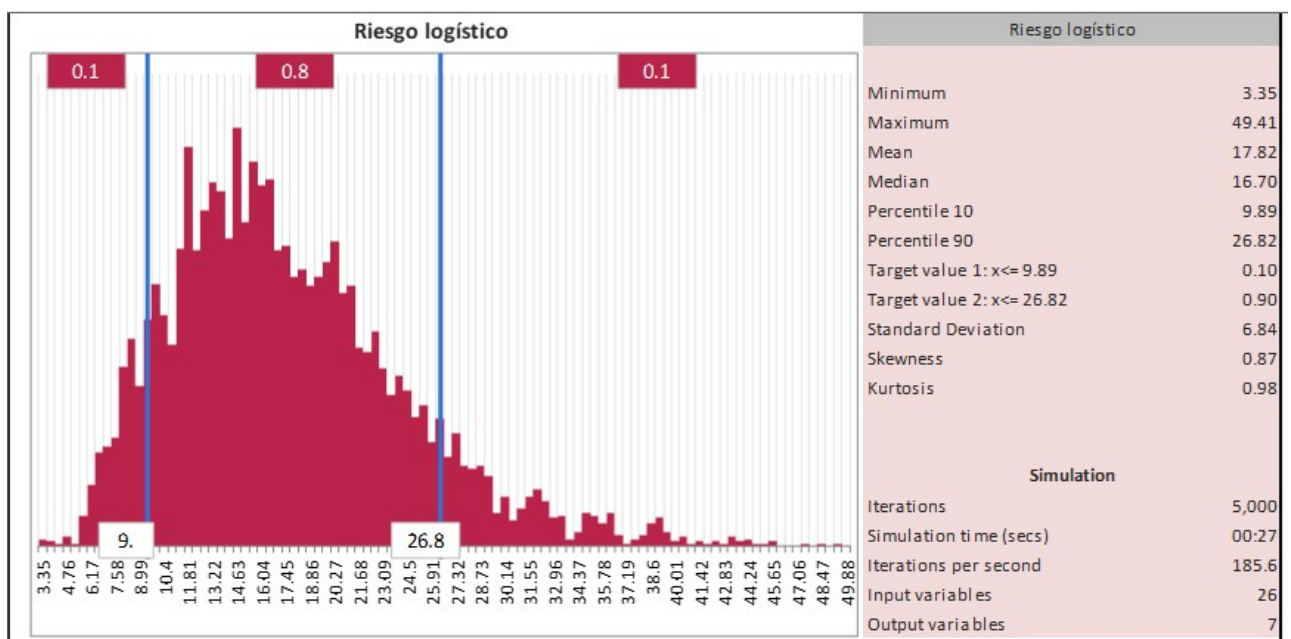
Percentil 80



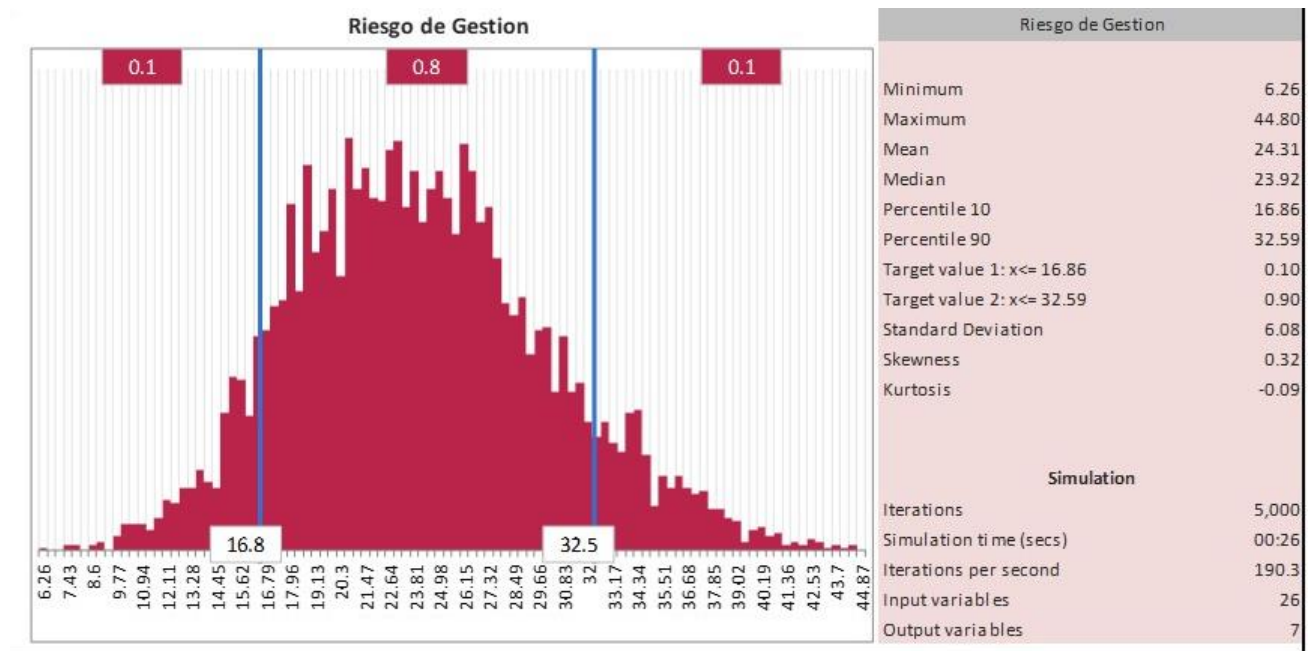
4.2.4. Resultados de la simulación en el tiempo de las etapas dos y tres del proyecto “La Molina”

4.2.4.1. HISTOGRAMAS

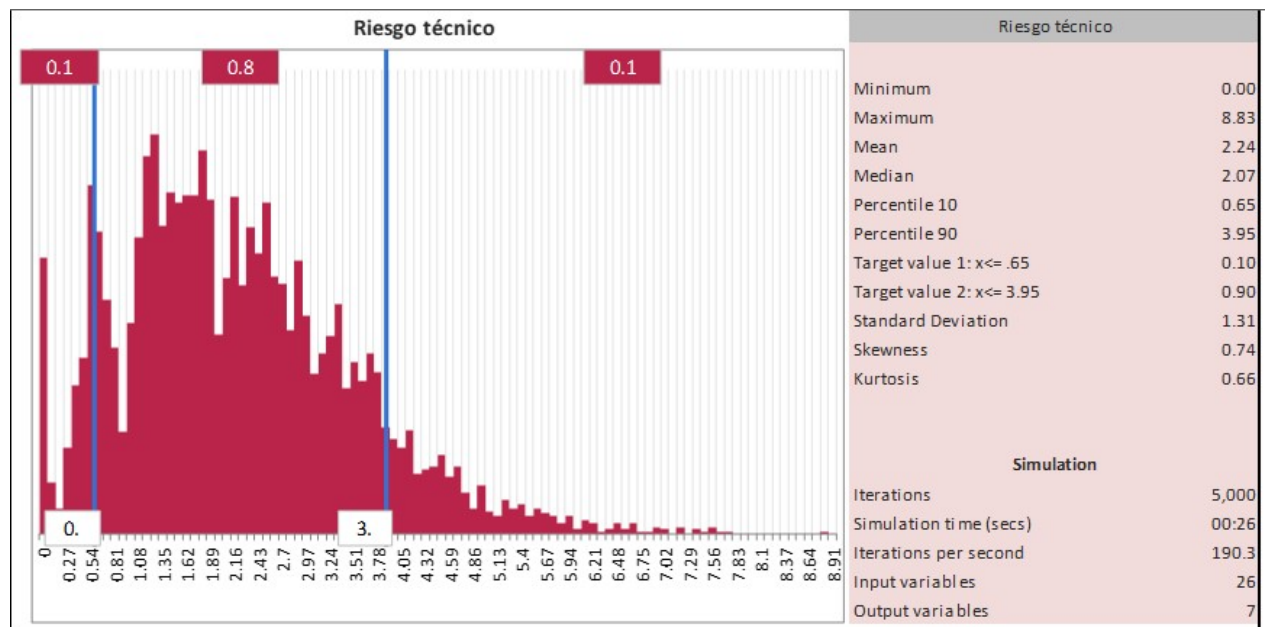
Riesgo Administrativo o Logístico



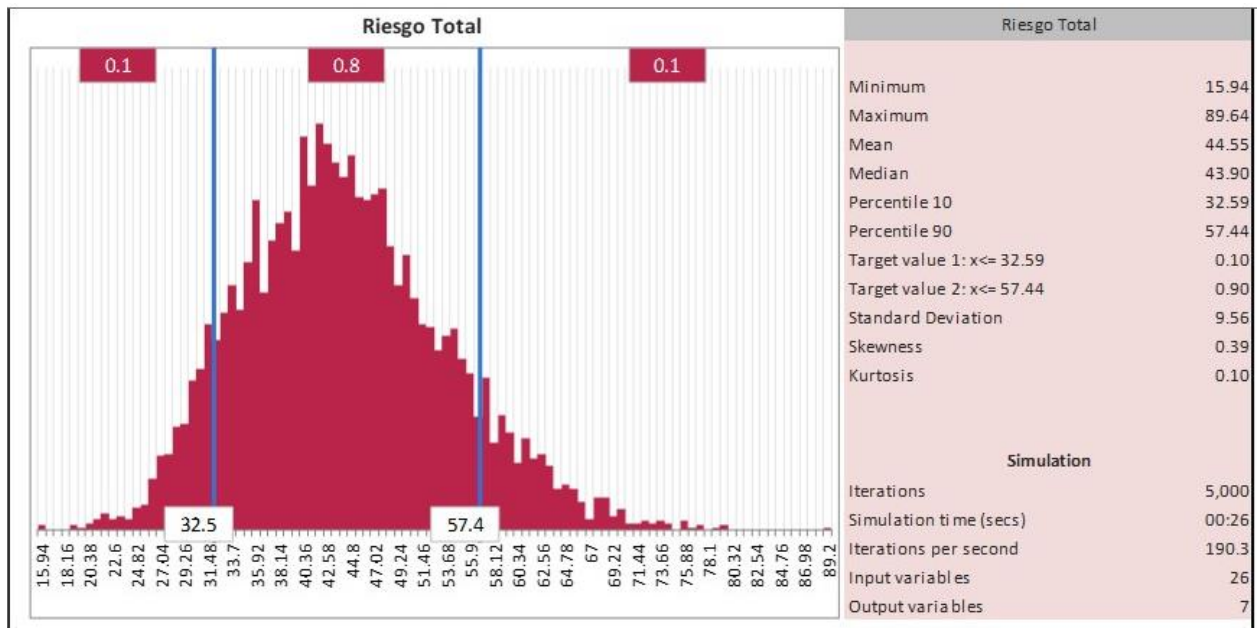
Riesgo en producción o gestión



Riesgos técnicos o de calidad

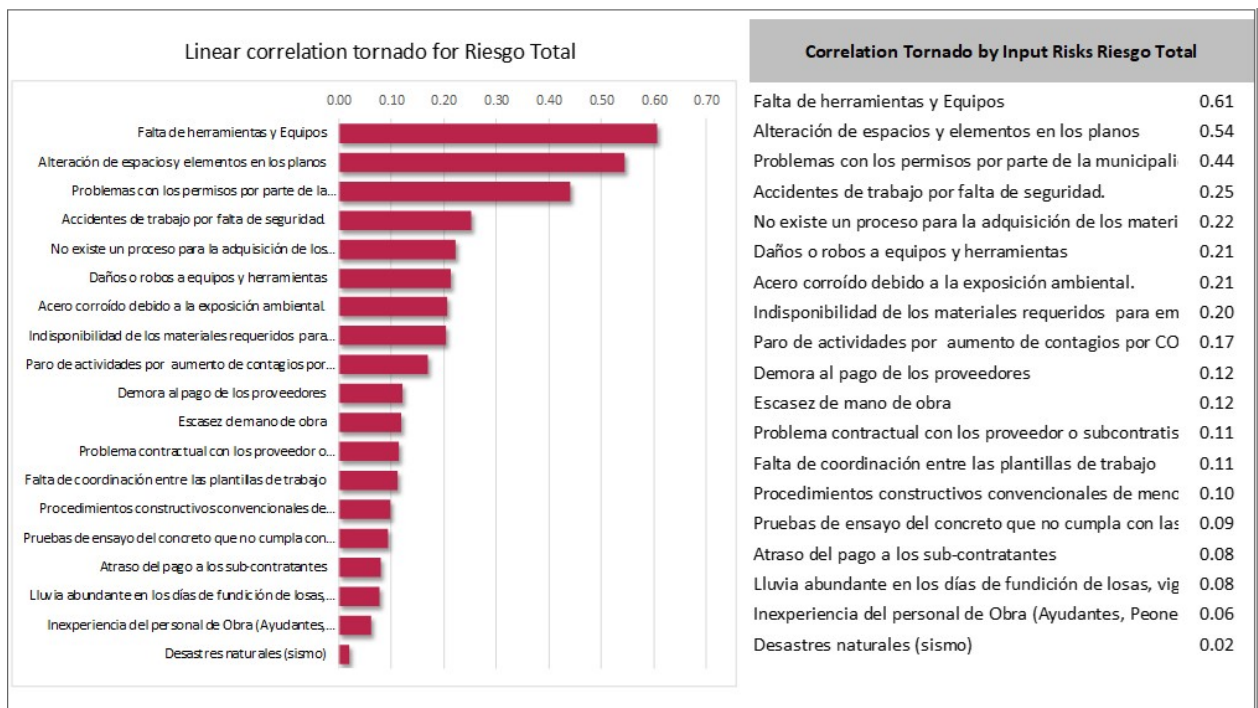


Riesgo Total



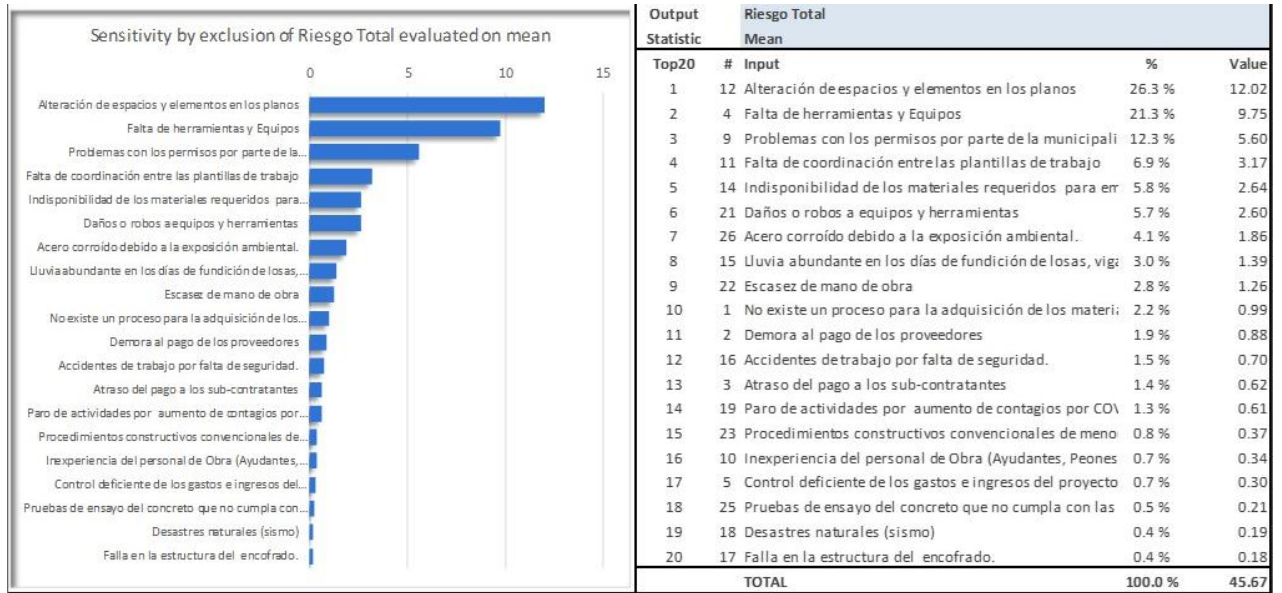
4.2.4.2. GRAFICAS TORNADO

4.2.4.2.1. General

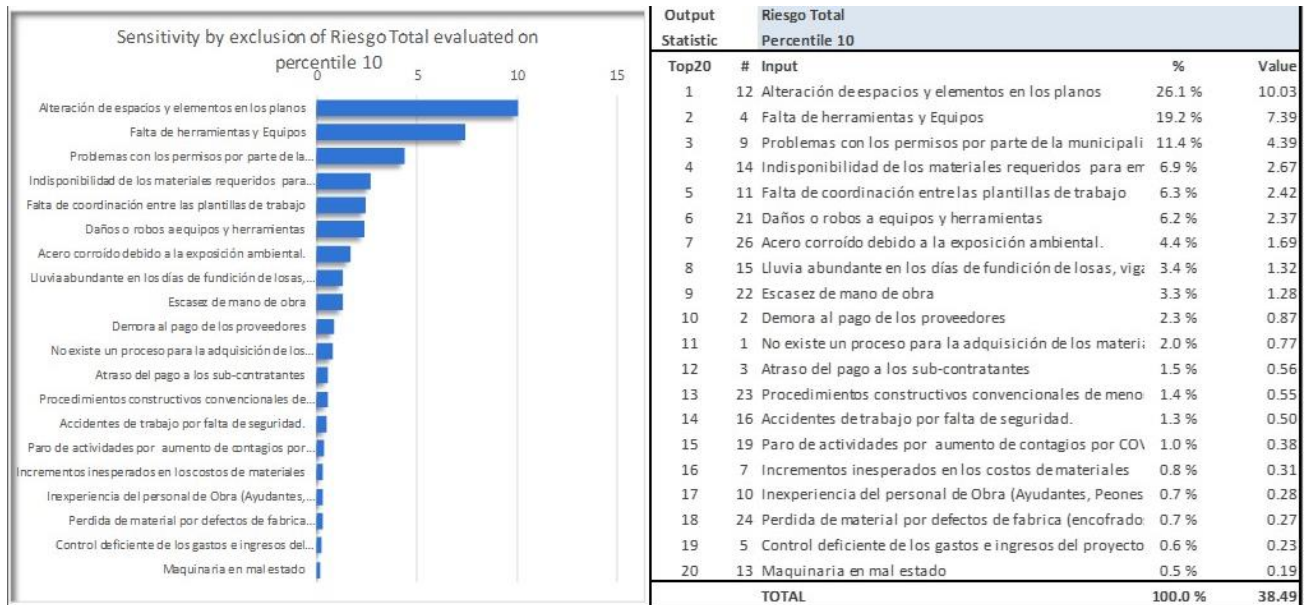


4.2.4.2.2. Sensibilidad

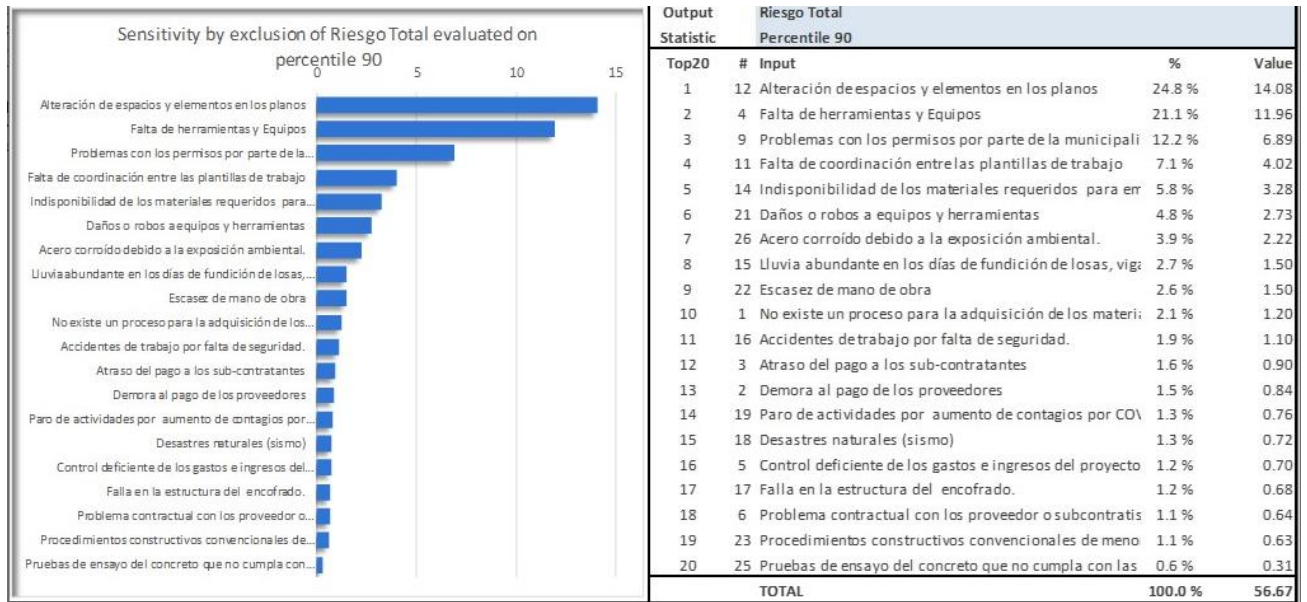
Promedio



Percentil 10



Percentil 90



4.3. Discusión de los resultados

Después de realizar el análisis cualitativo y cuantitativo, conseguimos comparar ambos métodos y corroborar si los riesgos individuales clasificados de alto impacto estimados en el análisis cualitativo en el anexo 2, son semejantes a los riesgos de mayor impacto obtenidos por el análisis cuantitativo. Hay que tener en cuenta que el análisis cualitativo usa únicamente herramientas empíricas o un juicio personal, mientras que en el análisis cuantitativo recurre a la experiencia de los profesionales en el área, estimaciones de costos y tiempo para realizar un análisis estadístico con el uso de simulaciones.

Como se muestra en la tabla N° 11, trece de los veintiséis riesgos identificados fueron apreciados correctamente por el análisis cualitativo. Sin embargo, el análisis cualitativo únicamente brinda el valor del riesgo con un criterio empírico en base a experiencia, mientras que el análisis cuantitativo nos brinda valores estimados de los costos del riesgo o el tiempo. En consecuencia, los riesgos pueden evaluarse de mejor manera en términos de su probabilidad e impacto con valores estimados reales.

Nro.	Riesgo	Categoría de Riesgo	Análisis Cualitativo	Valoración del Riesgo Análisis Cualitativo	Valoración del Riesgo Análisis Cuantitativo
1	No existe un proceso para la adquisición de los materiales de la obra	Administración	0.1	MODERADO	MEDIO
2	Demora al pago de los proveedores	Administración	0.2	MODERADO	MEDIO
3	Atraso del pago a los sub-contratantes	Administración	0.24	ALTO	MEDIO
4	Falta de herramientas y Equipos	Administración	0.28	ALTO	ALTO
5	Control deficiente de los gastos e ingresos del proyecto (pérdida material secundario)	Administración	0.28	ALTO	MEDIO
6	Problema contractual con los proveedores o subcontratistas	Administración	0.12	MODERADO	BAJO
7	Incrementos inesperados en los costos de materiales	Administración	0.12	MODERADO	MEDIO
8	Sanciones por cuestiones de regulación laboral.	Administración	0.2	MODERADO	MEDIO
9	Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios, alcantarillado)	Administración	0.1	MODERADO	MEDIO
10	Inexperiencia del personal de Obra (Ayudantes, Peones, Operarios.)	Producción	0.06	BAJO	BAJO
11	Falta de coordinación de actividades entre las plantillas de trabajo	Producción	0.06	BAJO	MEDIO
12	Alteración de espacios y elementos en los planos	Producción	0.14	MODERADO	ALTO
13	Maquinaria en mal estado	Producción	0.06	BAJO	BAJO

14	Indisponibilidad de los materiales requeridos para empezar la construcción	Producción	0.06	BAJO	BAJO
15	Lluvia abundante en los días de fundición de losas, vigas y columnas.	Producción	0.2	MODERADO	BAJO
16	Accidentes de trabajo	Producción	0.36	ALTO	MEDIO
17	Falla en la estructura del encofrado.	Producción	0.04	BAJO	BAJO
18	Desastres naturales (sismo)	Producción	0.08	BAJO	BAJO
19	Paro de actividades por aumento de contagios por COVID	Producción	0.14	MODERADO	BAJO
20	Acabados arquitectónicos deficientes (pintura, cerámica, muebles, etc.)	Producción	0.12	MODERADO	BAJO
21	Daños o robos a equipos y herramientas	Producción	0.06	BAJO	MEDIO
22	Escasez de mano de obra	Producción	0.2	MODERADO	BAJO
23	Procedimientos constructivos convencionales de menor calidad.	Calidad	0.1	MODERADO	BAJO
24	Pérdida de material por defectos de fábrica (bloques, cerámicas, tuberías, muebles)	Calidad	0.08	BAJO	BAJO
25	Pruebas de ensayo del concreto que no cumpla con las resistencias.(pistola)	Calidad	0.04	BAJO	BAJO
26	Acero corroído debido a la exposición ambiental.	Calidad	0.05	BAJO	MEDIO

Tabla N° 11. Cuadro comparativo entre el análisis cualitativo y cuantitativo de la valoración de los riesgos.

Fuente: Elaboración propia

El análisis cuantitativo nos muestra que trece de los riesgos identificados, son de importancia MEDIA y ALTA. En base a los datos obtenidos del análisis, el costo promedio de los riesgos es de \$49.000, mientras que su costo directo e indirecto de construcción es de \$532.000 aproximadamente, con una utilidad de \$180.000, por lo que el costo promedio de los riesgos representa un 27.22% de la utilidad de las dos etapas estudiadas.

Si observamos el percentil 80 y 10, el costo adicional es de \$58.000 y \$35.000 respectivamente y equivale al 32.2% y 19% de la utilidad o de la ganancia. Este costo promedio de los riesgos equivaldría al 9.2% del precio total de las 2 etapas, por lo que recomienda medidas de mitigación.

El valor estimado de las 2 etapas estudiadas fue de \$580.000, aproximadamente unos \$50.000 más del presupuestado, similar al valor medio estimado por el análisis cuantitativo. Estimar el costo total de las 2 etapas fue una actividad exhaustiva, debido a la falta de organización de los gastos y a la ausencia de un residente que planille el avance del proyecto. Se realizó personalmente la revisión de facturas de los materiales, sueldos del personal y grupos de trabajo, por lo que el valor estimado de las 2 etapas puede ser aún mayor.

Con respecto a la duración de las dos etapas, el gerente de proyecto estimó una duración de 7 meses para cada etapa, debido a que se las realiza paralelamente la etapa 3 cuando recién iban por la segunda losa de la etapa 2 el tiempo estimado para ambas etapas es de 1 año. Los resultados del análisis cuantitativo son:

- Tiempo promedio de demora: 45 semanas = 11 meses aproximadamente
- Percentil 90 de demora: 56 semanas = 14 meses aproximadamente
- Percentil 10 de demora: 32 semanas = 8 meses aproximadamente
- Demora mínima: 15 semanas = 4 meses aproximadamente
- Demora máxima: 89 semanas = 22 meses aproximadamente

La construcción de la etapa 2 empezó en septiembre del 2020 y la etapa 3 finalizó en febrero del año 2022, aproximadamente 18 meses, 6 meses más de lo estimado, un valor que se encuentra entre el tiempo mínimo y el percentil 10 de demora, por lo que el análisis ya predijo que con los riesgos identificados y sin una respuesta de control, el tiempo mínimo que se demorará es de 4 meses.

4.4. Interpretación de resultados

El conjunto habitacional La Molina, es un proyecto ambicioso de gran potencial. Las etapas en las que se realizó la investigación fueron la dos y tres con un presupuesto de 531.530 dólares y se estima una ganancia en ventas de 710.600 dólares por lo tanto una utilidad de aproximadamente 180.000 dólares.

En el análisis cuantitativo de los riesgos identificados, se utilizó la metodología del juicio de expertos, datos históricos de provenientes de la empresa MOVAK, el análisis cualitativo realizado y finalmente la simulación Monte Carlo, para una representación graficas de los posibles escenarios nocivos del proyecto.

Los histogramas fueron los de mayor relevancia, debido a que nos proporcionan el costo promedio de todos los riesgos, los percentiles 90, 80 ,10, estos son muy relevantes debido a que proporcionan un valor en escenarios desfavorables. Igualmente, los histogramas proporcionan un costo mínimo y máximo.

Los gráficos tornados nos muestran la sensibilidad de cada riesgo, coloca en orden los riesgos de mayor relevancia y según especifiquemos el costo promedio de cada uno, el percentil 90, 80, 10 o el mínimo y máximo

Entre los riesgos de mayor relevancia proporcionados por los datos con respecto al costo fueron:

- I. Alteración de espacios y elementos en los planos - \$11.400
- II. Falta de herramientas y Equipos - \$10.000
- III. Daños o robos a equipos y herramientas - \$4.600
- IV. Accidentes de trabajo - \$3.900
- V. Falta de coordinación de actividades entre las plantillas de trabajo - \$2.725
- VI. Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios, alcantarillado) - \$1.860

Entre los riesgos de mayor relevancia proporcionados por los datos con respecto al tiempo fueron:

- I. Alteración de espacios y elementos en los planos – 10 semanas
- II. Falta de herramientas y Equipos – 7 semanas
- VII. Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios, alcantarillado) – 4.5 semanas
- III. Indisponibilidad de materiales requeridos para empezar la construcción – 2.6 semanas
- IV. Falta de coordinación entre las plantillas de trabajo – 2.4 semanas
- V. Daños o robos a equipos y herramientas – 2.3 semanas

Los resultados obtenidos están esquematizados en la tabla N° 12:

Nro.	Riesgo	Categoría de Riesgo	Impacto	
			Costo (\$)	Tiempo (semanas)
12	Alteración de espacios y elementos en los planos	Producción	11400	10
4	Falta de herramientas y Equipos	Administración	10000	7
21	Daños o robos a equipos y herramientas	Producción	4600	2.3
16	Accidentes de trabajo	Producción	3900	1
11	Falta de coordinación de actividades entre las plantillas de trabajo	Producción	2725	2.4
9	Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios, alcantarillado)	Administración	1860	4.5
14	Indisponibilidad de materiales requeridos para empezar la construcción	Producción	0	2.6

Tabla N° 12. Riesgos de mayor impacto en el costo y tiempo del proyecto La Molina

Fuente: Elaboración propia

La falta de comunicación del cliente al momento del diseño del proyecto representa el riesgo de mayor impacto en este proyecto, esto implica ejecutar cambios durante el proceso de implementación y por ende produzcan pérdidas aproximadas del \$11.000 en costo y hasta 10 semanas de demora, (2.5 meses).

4.5. Propuesta de respuesta a los riesgos

El plan de respuesta a los riesgos identificados incluyó acciones para reducir las amenazas y facilitar el logro de los objetivos del proyecto. En esta etapa, se seleccionarán los riesgos de mayor impacto para generar alternativas para mitigar y evitar las consecuencias de estos.

Después de cuantificar los riesgos y crear un plan de respuesta para cada uno, se asignaron las siguientes alternativas según las características y el impacto de los riesgos.

- **Evitar**, donde se intenta eliminar la incertidumbre.
- **Mitigar**, elección de medidas para reducir el impacto o la probabilidad a un umbral aceptable.
- **Transferir**, delega a un tercero con mejores capacidades de gestión.
- **Aceptar**, el riesgo es aceptable y asumido debido a su bajo impacto.

El plan de respuesta se encuentra en el anexo 4. Adicionalmente, se estimó que una respuesta común a los principales riesgos identificado y valorados, fue la contratación de un residente de obra. El costo aproximado de un residente por el tiempo estimado de 18 meses es de \$15.000 y el costo medio estimado de los riesgos fue de \$49.000. Una inversión aceptable comparado al costo de adicional que generan los riesgos en el proyecto.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Al realizar el análisis de riesgos con los métodos del PMBOK 6°Ed en el proyecto “La Molina”, podemos observar la relevancia de una previa gestión de riesgos, el análisis cualitativo y cuantitativo contribuyó a estimar el impacto de los riesgos y un parámetro aproximado del costo de los mismos. Los gráficos tornados y los histogramas de la simulación, especificados en los puntos 4.2.3. y 4.2.4. nos demuestra que el impacto económico y la demora del proyecto son muy significativos en comparación a la utilidad y están relacionados directamente a la gestión del proyecto. Como resultado, se ha comprobado que el análisis de riesgos es una herramienta esencial para la toma de decisiones en obra ya que permite una mejor planificación y evaluación de riesgos del proyecto, lo que conduce a una mayor productividad y optimización de los costos.

Las metodologías usadas para la identificación de riesgos en este trabajo de investigación, fueron: entrevistas con los trabajadores y profesionales en el área, análisis FODA, para una identificación adecuada de los riesgos. Además, el FODA realizado contribuyó a identificar las posibles causas de los riesgos, las debilidades que posee la empresa constructora y las consecuencias económicas que puede llegar a tener una tardía reacción a los riesgos. Se logró detectar 26 riesgos totales, de los cuales fueron subdivididos en 3 categorías, riesgos administrativos, riesgos en producción o gestión y riesgos de calidad o técnicos.

El uso de los métodos del PMBOK contribuyó al desarrollo del análisis cualitativo, con las matrices de probabilidad y la experiencia de los entrevistados, el análisis cuantitativo, con las estimaciones de los profesionales consultados y el uso de las simulaciones con el método Montecarlo, pudimos obtener como resultado que el valor de las dos etapas aumentará en promedio un 9.4% del costo presupuestado (\$49.000) y demorará como mínimo 4 meses más de lo estimado, como se especifica en el punto 4.4. interpretación de los resultados. Por lo que un previo análisis de riesgos y un plan de control adecuado a los mismos habría disminuido las pérdidas generadas por los riesgos.

Al realizar el análisis de los resultados, podemos identificar que los riesgos más significativos en el proyecto “La Molina” son:

- La alteración de espacios y elementos en los planos,
- Falta de herramientas y equipos de trabajo,
- Daños o robos de equipos y herramienta,
- Falta de coordinación entre las plantillas de trabajo, entre otros los especificados en la tabla N° 12

Por lo que, como conclusión a lo obtenido por el análisis, nos muestra la relevancia de un residente en obra, debido a que la mayoría de los riesgos de alta prioridad y con mayor costo, son los que dependen de un profesional que tome decisiones en obra, que proponga métodos más productivos y llevar de una forma ordenada los gastos del proyecto para garantizar el costo de la construcción y el cumplimiento del cronograma planeado.

Al analizar los resultados de las simulaciones, se planearon las respuestas de acción a los riesgos identificados, en el anexo 4. Planteando medidas para *evitar, mitigar, aceptar y transferir*, de acuerdo a la necesidad de cada riesgo, para que no se requiera medidas innecesarias a los riesgos de bajo impacto. Estas respuestas serán optadas de acuerdo al criterio del gerente del proyecto, está en su potestad aplicarlas o ignorarlas.

En la practica el gerente de proyecto, así como en otras empresas constructoras, no realizan un análisis de riesgos exhaustivo, simplemente con el uso de la experiencia de los constructores, se realizan cambios, estimaciones en costos y tiempos. Esto en empresas con mucha experiencia es factible, pero en este caso la constructora MOVAK carece de experiencia en el campo de la obra civil, por lo que una desestimación de los riesgos e incertidumbres puede llegar a ser un gran inconveniente a lo largo de todo el proyecto.

5.2. Recomendaciones

Es común ver que, en la dirección de proyectos en nuestro país, se enfatiza la gestión de costos, de cronograma, de calidad, entre otros. Sin embargo, como demuestra este estudio, la gestión de riesgos posee una gran influencia en las demás gestiones del proyecto. Por lo que se recomienda enfatizar el análisis de riesgos e invertir en este estudio, que a pesar de parecer tedioso o complicado es una herramienta muy simple y rentable al momento de tomar decisiones en la ejecución del proyecto.

Para realizar cualquier método de identificación, análisis o control, se debe contar con contar bastante experiencia y diferentes puntos de vista por lo que se recomienda usar el método del juicio de expertos, propuesto por el PMBOK, aconsejablemente de profesionales dentro y fuera del proyecto, para ampliar la perspectiva y tener un mayor número de escenarios posibles.

Al realizar un análisis de riesgos se recomienda emplearlo en la etapa de planificación de cada proyecto debido a que, como se puede observar en el estudio realizar un análisis mientras se ejecuta el proyecto conlleva a aceptar varios de los riesgos identificados y por ende asumir los costos y las demoras de una inadecuada gestión.

Dado que los cambios en el proyecto durante el proceso de implementación son inevitables, no solo para las intervenciones del cliente, sino también para condiciones especiales de cada proyecto, así que recomienda tener una reserva económica en el presupuesto original por imprevistos.

6. BIBLIOGRAFÍA

- González, J., & Darbra, R. (2015). *Introducción del Factor Humano al Análisis de Riesgo*. Barcelona, España: Universitat Politècnica de Catalunya. Recuperado el 2021
- Construcción Latinoamericana. (27 de Septiembre de 2017). *CLA*. (K. G. LLP, Productor) Recuperado el 2022, de La construcción en Ecuador: <https://www.construccionlatinoamericana.com/4129510.article>
- Esquembre, J., & Morales, J. (Septiembre de 2021). *Todo PMP*. Obtenido de <https://todopmp.com/>: <https://todopmp.com/planificar-la-gestion-los-riesgos/#close>
- Glover, J. (Noviembre de 2010). Crystal Ball - Metodod Montecarlo. (S. Moxley, Ed.) *Oracle*, págs. 4-10.
- Javier Faulin, A. A. (2005). *Simulación de Monte Carlo con Excel*. Obtenido de Cyta.com: http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/monte_carlo/monte_carlo.htm?iframe=true&width=95%&height=95%
- Lavell, A. (1996). *Degradación Ambiental, Riesgo y Desastre Urbano: Problemas y Conceptos*. Lima, Peru. Recuperado el 02 de Noviembre de 2020, de https://www.undp.org/content/dam/undp/documents/cpr/disred/espanol_/glr_andino/docs/METODOLOGIA%20DE%20SISTEMATIZACION%20PARA%20DIAGRAMAR/apuntes_hacia_una_definicion_de_la_gestion_de_riesgo_Allan_Lavell.pdf
- Machado, N., & Ferreira, A. (2012). Método de simulação de Monte Carlo em planilha Excel. *Kroton Ciências Gerenciais*. Recuperado el 2021, de <http://pgsskroton.com.br/seer/index.php/rcger/article/view/2032/1933>
- Matos de Lopes Torres, R., & Celso, O. (2018). RISK ANALYSIS IN SCHEDULES. *DYNA Management*, 6(1). Recuperado el 2021
- Ordoñez, M., & Garcés, E. (2017). *Modelo cuantitativo de riesgos laborales para el sector de Manta*, Ecuador: Polo de conociendo. Obtenido de <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/search?subject=salud>
- P. S. (2017). Risk management in construction projects. (P. U. Technology, Ed.) *ScienceDirec*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/>
- Palisade. (2020). *Simulación Monte Carlo*. Recuperado el Septiembre de 2021, de https://www.palisade-lta.com/risk/simulacion_monte_carlo.asp
- PMI. (2017). *Guía del PMBOK* (6ta Edicion ed.). Pennsylvania, EE.UU.
- Project Management Institute. (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de*

proyectos (Guía del PMBOK) (6ta Edición ed.). Newtown Square, Pennsylvania, EE.UU: Global STANDARD.

Rodo, P. (10 de Enero de 2010). *Economipedia*. (C. Commons, Productor) Obtenido de Distribucion Bernoulli: <https://economipedia.com/definiciones/distribucion-de-bernoulli.html>

Vegas, F., & Rodríguez, F. (Enero de 2018). Metodología para determinar los riesgos más severos de un proyecto de construcción e. 423-426. (D. d. Ingeniería, Ed.) Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Recuperado el 23 de 11 de 2020

Vogel, L. (2000). *La evaluación de riesgos*. España: Oficina Técnico Sindical Europea para la Salud y Seguridad. Recuperado el 2021, de <http://www.etuc.org/tutb>

7. ANEXOS

ANEXO 1

Este apéndice es una guía que explica cómo utilizar los métodos de Monte Carlo en el software DT Simulator, para cuantificar el riesgo de los proyectos de construcción.

Ya descargada la plantilla de Excel con el programa DT Simulator se procede a ingresar todos los riesgos identificados, se coloca su categoría de riesgos.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		Nombre del riesgo	Categoría	Distribución de frecuencia	Param1	Param2	Frecuencia	Distribución de severidad	Param1	Param2	Param3	Severidad	Riesgo Total	
2	1	No existe un proceso para la adquisición de los materiales de la obra	Riesgo administrativo	Bernoulli	0.5		0	Pert	1000	3500	4500	3,527.40	0	
3	2	Demora al pago de los proveedores	Riesgo administrativo	Binomial	3	0.2	1	Pert	1000	3000	5200	2,199.73	2,200	
4	3	Atraso del pago a los sub-contratantes	Riesgo administrativo	Binomial	2	0.3	1	Pert	800	2000	6500	1,704.52	1,705	
5	4	Falta de herramientas y Equipos	Riesgo administrativo	Poisson	3		0	Pert	1000	2000	3200	1,740.11	0	
6	5	Control deficiente de los gastos e ingresos del proyecto (perdida material secundario)	Riesgo administrativo	Bernoulli	0.3		0	Pert	400	800	6000	1,006.50	0	
7	6	Problema contractual con los proveedor o subcontratistas	Riesgo administrativo	Bernoulli	0.3		0	Triangular	400	1200	3000	2,628.09	0	
8	7	Incrementos inesperados en los costos de materiales	Riesgo administrativo	Binomial	4	0.05	0	Uniform	5000	6000		5,671.38	0	
9	8	Sanciones por cuestiones de regulación laboral (SRI)	Riesgo administrativo	Poisson	3		7	Pert	50	400	5000	1,616.36	11,315	
10	9	Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios, alcantarillado)	Riesgo administrativo	Poisson	4		4	Uniform	400	500		400.43	1,602	
11	10	Inexperiencia del personal de Obra (Ayudantes, Peones, Operarios.)	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.3		1	Uniform	500	1000		903.70	904	
12	11	Falta de coordinación entre las plantillas de trabajo	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.3		1	Pert	200	800	1500	1,244.54	1,245	
13	12	Alteración de espacios y elementos en los planos	Riesgo en gestion o ejecucion	Poisson	10		1	Pert	200	1500	2400	1,168.84	1,169	
14	13	Maquinaria en mal estado	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.3		0	Uniform	0	0		0.00	0	
15	14	Indisponibilidad de los materiales requeridos para empezar la construcción	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.3		0	Uniform	0	0		0.00	0	
16	15	Lluvia abundante en los días de fundición de losas, vigas y columnas.	Riesgo en gestion o ejecucion	Poisson	3		4	Pert	100	300	500	297.34	1,189	
17	16	Accidentes de trabajo por falta de seguridad.	Riesgo en gestion o ejecucion	Binomial	4	0.15	0	Uniform	100	25000		6,270.26	0	
18	17	Falla en la estructura del encofrado.	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.1		0	Triangular	100	800	3000	1,373.01	0	
19	18	Desastres naturales (sismo)	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.01		0	Uniform	200	10000		7,261.36	0	
20	19	Paro de actividades por aumento de contagios por COVID	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.4		0	Pert	100	300	5000	135.74	0	
21	20	Acabados arquitectonicos deficientes (pintura, ceramica, muebles, etc.)	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.3		0	Pert	50	120	800	382.40	0	
22	21	Daños o robos a equipos y herramientas	Riesgo en gestion o ejecucion	Poisson	4		2	Triangular	80	1200	2000	959.04	1,918	

Posteriormente se presiona en la columna de “Distribución de frecuencia”, en cada uno de los riesgos agregados y se va eligiendo el tipo de frecuencia a usar, esto con el criterio ya estudiado en el marco teórico sobre las frecuencias de probabilidad, y partiendo de referencia del análisis cualitativo. El programa cuenta con 4 tipos de distribuciones:

DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

Bernoulli

Binomial

IntUniform

Poisson

Primera simulación Costos - Excel													
Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista Simulador de Riesgo DTSimulador ¿Qué desea hacer?													
Normal 2 Percent 2 Percent 3 Normal													
Incorrecto Neutral Cálculo Celda de co...													
Estilos													
D2 Bernoulli													
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
		Nombre del riesgo	Categoría	Distribución de frecuencia	Param1	Param2	Frecuencia	Distribución de severidad	Param1	Param2	Param3	Severidad	Riesgo Total
1		No existe un proceso para la adquisición de los materiales de la obra	Riesgo administrativo	Bernoulli	0.5		0	Pert	1000	3500	4500	3,527.40	0
2	1	Demora al pago de los proveedores	Riesgo administrativo	Bernoulli	3	0.2	1	Pert	1000	3000	5200	2,199.73	2,200
3	2	Atraso del pago a los sub-contratantes	Riesgo administrativo	Binomial	2	0.3	1	Pert	800	2000	6500	1,704.52	1,705
4	3	Falta de herramientas y Equipos	Riesgo administrativo	Poisson	3		0	Pert	1000	2000	3200	1,740.11	0
5	4	Control deficiente de los gastos e ingresos del proyecto (perdida material secundario)	Riesgo administrativo	Bernoulli	0.3		0	Pert	400	800	6000	1,006.50	0
6	5	Problema contractual con los proveedor o subcontratistas	Riesgo administrativo	Bernoulli	0.3		0	Triangular	400	1200	3000	2,628.09	0
7	6	Incrementos inesperados en los costos de materiales	Riesgo administrativo	Binomial	4	0.05	0	Uniform	5000	6000		5,671.38	0
8	7	Sanciones por cuestiones de regulación laboral (SRI)	Riesgo administrativo	Poisson	3		7	Pert	50	400	5000	1,616.36	11,315
9	8	Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios,alcantarillado)	Riesgo administrativo	Poisson	4		4	Uniform	400	500		400.43	1,602
10	9	Inexperiencia del personal de Obra (Ayudantes, Peones, Operarios.)	Riesgo en gestion o ejecución	Bernoulli	0.3		1	Uniform	500	1000		903.70	904
11	10	Falta de coordinación entre las plantillas de trabajo	Riesgo en gestion o ejecución	Bernoulli	0.3		1	Pert	200	800	1500	1,244.54	1,245
12	11	Alteración de espacios y elementos en los planos	Riesgo en gestion o ejecución	Poisson	10		1	Pert	200	1500	2400	1,168.84	1,169
13	12	Maquinaria en mal estado	Riesgo en gestion o ejecución	Bernoulli	0.3		0	Uniform	0	0		0.00	0
14	13	Indisponibilidad de los materiales requeridos para empezar la construcción	Riesgo en gestion o ejecución	Bernoulli	0.3		0	Uniform	0	0		0.00	0
15	14	Lluvia abundante en los días de fundición de losas, vigas y columnas.	Riesgo en gestion o ejecución	Poisson	3		4	Pert	100	300	500	297.34	1,189
16	15	Accidentes de trabajo por falta de seguridad.	Riesgo en gestion o ejecución	Binomial	4	0.15	0	Uniform	100	25000		6,270.26	0
17	16	Falla en la estructura del encofrado.	Riesgo en gestion o ejecución	Bernoulli	0.1		0	Triangular	100	800	3000	1,373.01	0
18	17	Desastres naturales (sismo)	Riesgo en gestion o ejecución	Bernoulli	0.01		0	Uniform	200	10000		7,261.36	0
19	18	Paro de actividades por aumento de contagios por COVID	Riesgo en gestion o ejecución	Bernoulli	0.4		0	Pert	100	300	5000	135.74	0
20	19	Acabados arquitectonicos deficientes (pintura, ceramica, muebles, etc.)	Riesgo en gestion o ejecución	Bernoulli	0.3		0	Pert	50	120	800	382.40	0
21	20	Daños o robos a equipos y herramientas	Riesgo en gestion o ejecución	Poisson	4		2	Triangular	80	1200	2000	959.04	1,918
22	21												

Al lado izquierdo de la columna de la distribución de frecuencia, podemos observar dos columnas, parámetro 1 y 2. Según la distribución escogida, se resaltarán con color las celdas en donde se debe colocar los datos recolectados de la probabilidad de cada uno de los riesgos.

Para la distribución Bernoulli, se resalta únicamente una celda, en la cual se ingresará la probabilidad de ocurrencia del riesgo.

En la distribución Binomial, se resaltarán dos celdas en las cuales ingresaremos en la primera celda, el número de variables del riesgo, y en la segunda la probabilidad de ocurrencia de las variables.

Finalmente para la distribución de Poisson, se resaltará una celda en la cual se ingresará la estimación del número de veces de ocurrencia del riesgo, tomando en cuenta la experiencia de los profesionales entrevistados.

	Nombre del riesgo	Categoría	Distribución de frecuencia	Param1	Param2	Frecuencia	Distribución de severidad	Param1	Param2	Param3	Severidad	Riesgo Total
1	No existe un proceso para la adquisición de los materiales de la obra	Riesgo administrativo	Bernoulli	0.5		0	Pert	1000	3500	4500	3,527.40	0
2	Demora al pago de los proveedores	Riesgo administrativo	Binomial	3	0.2	1	Pert	1000	3000	5200	2,199.73	2,200
3	Atraso del pago a los sub-contratantes	Riesgo administrativo	Binomial	2	0.3	1	Pert	800	2000	6500	1,704.52	1,705
4	Falta de herramientas y Equipos	Riesgo administrativo	Poisson	3		0	Pert	1000	2000	3200	1,740.11	0
5	Control deficiente de los gastos e ingresos del proyecto (perdida material secundario)	Riesgo administrativo	Bernoulli	0.3		0	Pert	400	800	6000	1,006.50	0
6	Problema contractual con los proveedor o subcontratistas	Riesgo administrativo	Bernoulli	0.3		0	Triangular	400	1200	3000	2,628.09	0
7	Incrementos inesperados en los costos de materiales	Riesgo administrativo	Binomial	4	0.05	0	Uniform	5000	6000		5,671.38	0
8	Sanciones por cuestiones de regulación laboral (SRI)	Riesgo administrativo	Poisson	3		7	Pert	50	400	5000	1,616.36	11,315
9	Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios,alcantarillado)	Riesgo administrativo	Poisson	4		4	Uniform	400	500		400.43	1,602
10	Inexperiencia del personal de Obra (Ayudantes, Peones, Operarios.)	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.3		1	Uniform	500	1000		903.70	904
11	Falta de coordinación entre las plantillas de trabajo	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.3		1	Pert	200	800	1500	1,244.54	1,245
12	Alteración de espacios y elementos en los planos	Riesgo en gestion o ejecucion	Poisson	10		1	Pert	200	1500	2400	1,168.84	1,169
13	Maquinaria en mal estado	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.3		0	Uniform	0	0		0.00	0
14	Indisponibilidad de los materiales requeridos para empezar la construcción	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.3		0	Uniform	0	0		0.00	0
15	Lluvia abundante en los días de fundición de losas, vigas y columnas.	Riesgo en gestion o ejecucion	Poisson	3		4	Pert	100	300	500	297.34	1,189
16	Accidentes de trabajo por falta de seguridad.	Riesgo en gestion o ejecucion	Binomial	4	0.15	0	Uniform	100	25000		6,270.26	0
17	Falla en la estructura del encofrado.	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.1		0	Triangular	100	800	3000	1,373.01	0
18	Desastres naturales (sismo)	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.01		0	Uniform	200	10000		7,261.36	0
19	Paro de actividades por aumento de contagios por COVID	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.4		0	Pert	100	300	5000	135.74	0
20	Acabados arquitectonicos deficientes (pintura, ceramica, muebles, etc.)	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.3		0	Pert	50	120	800	382.40	0
21	Daños o robos a equipos y herramientas	Riesgo en gestion o ejecucion	Poisson	4		2	Triangular	80	1200	2000	959.04	1,918

El siguiente paso es elegir el tipo de distribución de severidad, según el criterio del usuario, de igual forma tomando en cuenta el estudio de distribuciones y su uso respectivamente para cada escenario y tipos de datos recolectados.

Entre las distribuciones de severidad, el programa cuenta con 8 tipos:

DISTRIBUCIÓN DE SEVERIDAD
Exponential
Gamma
LogNormal
Normal
Pert
PertPerc
TriangPerc
Triangular
Uniform

Primera simulación Costos - Excel													
¿Qué desea hacer?													
Normal 2 Percent 2 Percent 3 Normal													
Incorrecto Neutral Cálculo Celda de co...													
H2 Pert													
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	Nombre del riesgo	Categoría	Distribución de frecuencia	Param1	Param2	Frecuencia	Distribución de severidad	Param1	Param2	Param3	Severidad	Riesgo Total	
1	No existe un proceso para la adquisición de los materiales de la obra	Riesgo administrativo	Bernoulli	0.5		0	Pert	1000	3500	4500	3,527.40	0	
2	Demora al pago de los proveedores	Riesgo administrativo	Binomial	3	0.2	1	Gamma	1000	3000	5200	2,199.73	2,200	
3	Atraso del pago a los sub-contratantes	Riesgo administrativo	Binomial	2	0.3	1	Normal	800	2000	6500	1,704.52	1,705	
4	Falta de herramientas y Equipos	Riesgo administrativo	Poisson	3		0	Pert	1000	2000	3200	1,740.11	0	
5	Control deficiente de los gastos e ingresos del proyecto (perdida material secundario)	Riesgo administrativo	Bernoulli	0.3		0	PertPerc	400	800	6000	1,006.50	0	
6	Problema contractual con los proveedor o subcontratistas	Riesgo administrativo	Bernoulli	0.3		0	Triangular	400	1200	3000	2,628.09	0	
7	Incrementos inesperados en los costos de materiales	Riesgo administrativo	Binomial	4	0.05	0	Uniform	5000	6000		5,671.38	0	
8	Sanciones por cuestiones de regulación laboral (SRI)	Riesgo administrativo	Poisson	3		7	Pert	50	400	5000	1,616.36	11,315	
9	Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios,alcantarillado)	Riesgo administrativo	Poisson	4		4	Uniform	400	500		400.43	1,602	
10	Inexperiencia del personal de Obra (Ayudantes, Peones, Operarios.)	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.3		1	Uniform	500	1000		903.70	904	
11	Falta de coordinación entre las plantillas de trabajo	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.3		1	Pert	200	800	1500	1,244.54	1,245	
12	Alteración de espacios y elementos en los planos	Riesgo en gestion o ejecucion	Poisson	10		1	Pert	200	1500	2400	1,168.84	1,169	
13	Maquinaria en mal estado	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.3		0	Uniform	0	0		0.00	0	
14	Indisponibilidad de los materiales requeridos para empezar la construcción	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.3		0	Uniform	0	0		0.00	0	
15	Lluvia abundante en los días de fundición de losas, vigas y columnas.	Riesgo en gestion o ejecucion	Poisson	3		4	Pert	100	300	500	297.34	1,189	
16	Accidentes de trabajo por falta de seguridad.	Riesgo en gestion o ejecucion	Binomial	4	0.15	0	Uniform	100	25000		6,270.26	0	
17	Falla en la estructura del encofrado.	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.1		0	Triangular	100	800	3000	1,373.01	0	
18	Desastres naturales (sismo)	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.01		0	Uniform	200	10000		7,261.36	0	
19	Paro de actividades por aumento de contagios por COVID	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.4		0	Pert	100	300	5000	135.74	0	
20	Acabados arquitectonicos deficientes (pintura, ceramica, muebles, etc.)	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.3		0	Pert	50	120	800	382.40	0	
21	Daños o robos a equipos y herramientas	Riesgo en gestion o ejecucion	Poisson	4		2	Triangular	80	1200	2000	959.04	1,918	

Al lado izquierdo de la columna de la distribución de severidad, podemos observar dos columnas, parámetro 1 y 2. Según la distribución escogida, se resaltarán con color las celdas en donde se debe colocar los datos recolectados de la probabilidad de cada uno de los riesgos.

Entre las distribuciones más usadas:

Distribución Pert y Triangular, se resalta tres celdas, en la cual se ingresará el valor de costo o tiempo, menor, más probable y máximo. De acuerdo a los datos recolectados del juicio de expertos.

Distribución Uniforme, se resaltarán dos celdas en las cuales ingresaremos en la primera celda, el valor mínimo y en la segunda el valor máximo estimado.

Distribución Normal, se resaltarán dos celdas en las cuales ingresaremos en la primera celda, el valor más probable o promedio y en la segunda la desviación estándar.

Finalmente para la distribución Pert y Triangular (Perc), se resalta tres celdas, en la cual se ingresará en la primera celda el valor más probable, en la segunda, el porcentaje menor estimado y en la tercera el porcentaje mayor considerado. Estas distribuciones son exactamente igual a las anteriores, con la diferencia en que si se tiene datos porcentuales se los puede ingresar directamente.

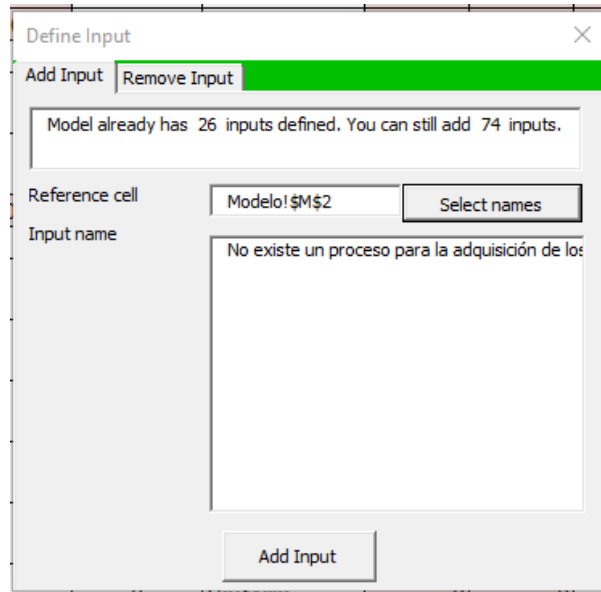
Primera simulación Costos - Excel													
Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista Simulador de Riesgo DTSimulador ¿Qué desea hacer?													
Normal 2 Percent 2 Percent 3 Normal													
Formato condicional como tabla													
Estilos													
= 1000													
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
		Nombre del riesgo	Categoría	Distribución de frecuencia	Param1	Param2	Frecuencia	Distribución de severidad	Param1	Param2	Param3	Severidad	Riesgo Total
1		No existe un proceso para la adquisición de los materiales de la obra	Riesgo administrativo	Bernoulli	0.5		0	Pert	1000	3500	4500	3,527.40	0
2	1	Demora al pago de los proveedores	Riesgo administrativo	Binomial	3	0.2	1	Pert	1000	3000	5200	2,199.73	2,200
3	2	Atraso del pago a los sub-contratantes	Riesgo administrativo	Binomial	2	0.3	1	Pert	800	2000	6500	1,704.52	1,705
4	3	Falta de herramientas y Equipos	Riesgo administrativo	Poisson	3		0	Pert	1000	2000	3200	1,740.11	0
5	4	Control deficiente de los gastos e ingresos del proyecto (perdida material secundario)	Riesgo administrativo	Bernoulli	0.3		0	Pert	400	800	6000	1,006.50	0
6	5	Problema contractual con los proveedor o subcontratistas	Riesgo administrativo	Bernoulli	0.3		0	Triangular	400	1200	3000	2,628.09	0
7	6	Incrementos inesperados en los costos de materiales	Riesgo administrativo	Binomial	4	0.05	0	Uniform	5000	6000		5,671.38	0
8	7	Sanciones por cuestiones de regulación laboral (SRI)	Riesgo administrativo	Poisson	3		7	Pert	50	400	5000	1,616.36	11,315
9	8	Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios,alcantarillado)	Riesgo administrativo	Poisson	4		4	Uniform	400	500		400.43	1,602
10	9	Inexperiencia del personal de Obra (Ayudantes, Peones, Operarios.)	Riesgo en gestion o ejecución	Bernoulli	0.3		1	Uniform	500	1000		903.70	904
11	10	Falta de coordinación entre las plantillas de trabajo	Riesgo en gestion o ejecución	Bernoulli	0.3		1	Pert	200	800	1500	1,244.54	1,245
12	11	Alteración de espacios y elementos en los planos	Riesgo en gestion o ejecución	Poisson	10		1	Pert	200	1500	2400	1,168.84	1,169
13	12	Maquinaria en mal estado	Riesgo en gestion o ejecución	Bernoulli	0.3		0	Uniform	0	0		0.00	0
14	13	Indisponibilidad de los materiales requeridos para empezar la construcción	Riesgo en gestion o ejecución	Bernoulli	0.3		0	Uniform	0	0		0.00	0
15	14	Lluvia abundante en los días de fundición de losas, vigas y columnas.	Riesgo en gestion o ejecución	Poisson	3		4	Pert	100	300	500	297.34	1,189
16	15	Accidentes de trabajo por falta de seguridad.	Riesgo en gestion o ejecución	Binomial	4	0.15	0	Uniform	100	25000		6,270.26	0
17	16	Falla en la estructura del encofrado.	Riesgo en gestion o ejecución	Bernoulli	0.1		0	Triangular	100	800	3000	1,373.01	0
18	17	Desastres naturales (sismo)	Riesgo en gestion o ejecución	Bernoulli	0.01		0	Uniform	200	10000		7,261.36	0
19	18	Paro de actividades por aumento de contagios por COVID	Riesgo en gestion o ejecución	Bernoulli	0.4		0	Pert	100	300	5000	135.74	0
20	19	Acabados arquitectonicos deficientes (pintura, ceramica, muebles, etc.)	Riesgo en gestion o ejecución	Bernoulli	0.3		0	Pert	50	120	800	382.40	0
21	20	Daños o robos a equipos y herramientas	Riesgo en gestion o ejecución	Poisson	4		2	Triangular	80	1200	2000	959.04	1,918
22	21												

Después de ingresar todos los datos, en las celdas de la columna “Riesgo Total”, vamos a realizar la operación de Frecuencia x Severidad y arrastramos para todos los riesgos. Estos valores aleatorios generados, serán los datos de entrada para la simulación.

	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	Categoría	Distribución de frecuencia	Param1	Param2	Frecuencia	Distribución de severidad	Param1	Param2	Param3	Severidad	Riesgo Total	
eriales	Riesgo administrativo	Bernoulli	0.5		0	Pert	1000	3500	4500	4,053.19	0	
	Riesgo administrativo	Binomial	3	0.2	1	Pert	1000	3000	5200	3,337.68	3,338	
	Riesgo administrativo	Binomial	2	0.3	0	Pert	800	2000	6500	2,358.56	0	
	Riesgo administrativo	Poisson	3		3	Pert	1000	2000	3200	2,149.96	6,450	
cto	Riesgo administrativo	Bernoulli	0.3		0	Pert	400	800	6000	1,228.27	0	

Para definir los datos de entrada, seleccionamos la ventanilla “DT Simulator”, nos colocamos en la celda de “riesgo total” de cada uno de los riesgos y escogemos la opción “Input data” donde automáticamente se colocarán los nombre de los riesgos.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
		Nombre del riesgo	Categoría	Distribución de frecuencia	Param1	Param2	Frecuencia	Distribución de severidad	Param1	Param2	Param3	Severidad	Riesgo Total	
1		No existe un proceso para la adquisición de los materiales de la obra	Riesgo administrativo	Bernoulli	0.5		0	Pert	1000	3500	4500	4,053.19	0	
2	1	Demora al pago de los proveedores	Riesgo administrativo	Binomial	3	0.2	1	Pert	1000	3000	5200	3,337.68	3,338	
3	2	Atraso del pago a los sub-contratantes	Riesgo administrativo	Binomial	2	0.3	0	Pert	800	2000	6500	2,358.56	0	
4	3	Falta de herramientas y Equipos	Riesgo administrativo	Poisson	3		3	Pert	1000	2000	3200	2,149.96	6,450	
5	4	Control deficiente de los gastos e ingresos del proyecto (perdida material secundario)	Riesgo administrativo	Bernoulli	0.3		0	Pert	400	800	6000	1,228.27	0	
6	5													



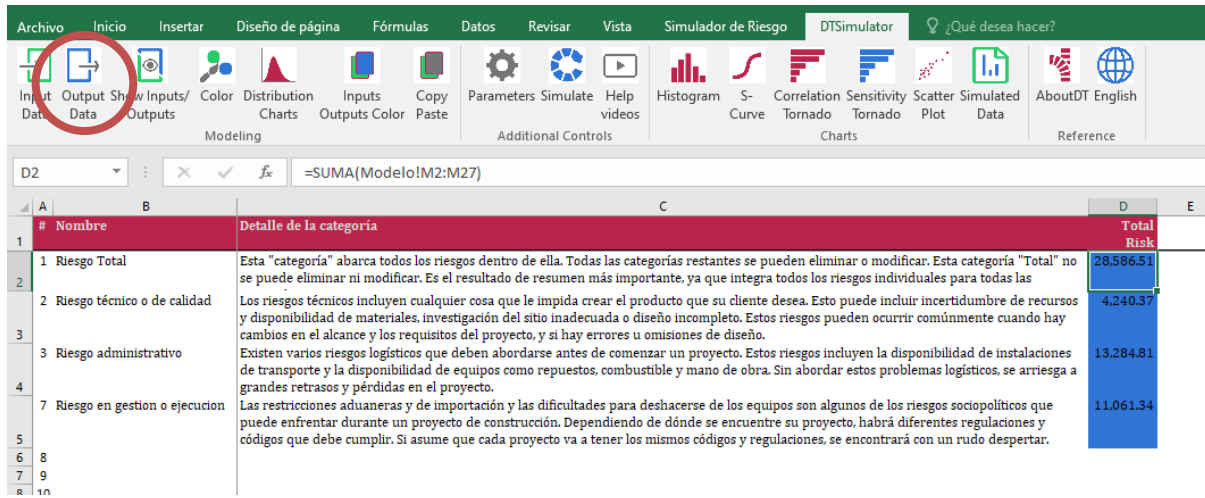
Después de ingresar todos los datos de entrada, procedemos a irnos a la siguiente pestaña donde dice “Salidas”, ahí encontraremos todas las categorías de riesgos que ingresamos, y podremos colocar una pequeña descripción.

10	Operarios.)	ejecucion	Bernoulli	0.3
11	Falta de coordinación entre las plantillas de trabajo	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.3
12	Alteración de espacios y elementos en los planos	Riesgo en gestion o ejecucion	Poisson	10
13	Maquinaria en mal estado	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.3
14	Indisponibilidad de los materiales requeridos para empezar la construcción	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.3
15	Lluvia abundante en los días de fundición de losas, vigas y columnas.	Riesgo en gestion o ejecucion	Poisson	3
16	Accidentes de trabajo por falta de seguridad.	Riesgo en gestion o ejecucion	Binomial	4
17	Falla en la estructura del encofrado.	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.1
18	Desastres naturales (sismo)	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.0
19	Paro de actividades por aumento de contagios por COVID	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.4
20	Acabados arquitectonicos deficientes (pintura, ceramica, muebles, etc.)	Riesgo en gestion o ejecucion	Bernoulli	0.3
21	Daños o robos a equipos y herramientas	Riesgo en gestion o ejecucion	Poisson	4

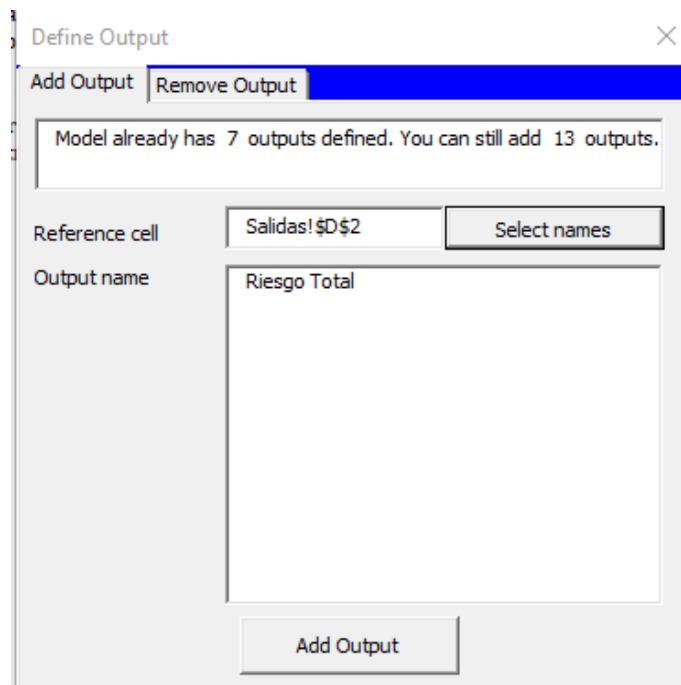
At the bottom of the table, there are two tabs: 'Modelo' and 'Salidas'. The 'Salidas' tab is circled in red.

En las celdas de “riesgo total”, vamos a ingresar la función SUMA y seleccionar los valores de ENTRADA de todos los riesgos de la pestaña de “Modelo”.

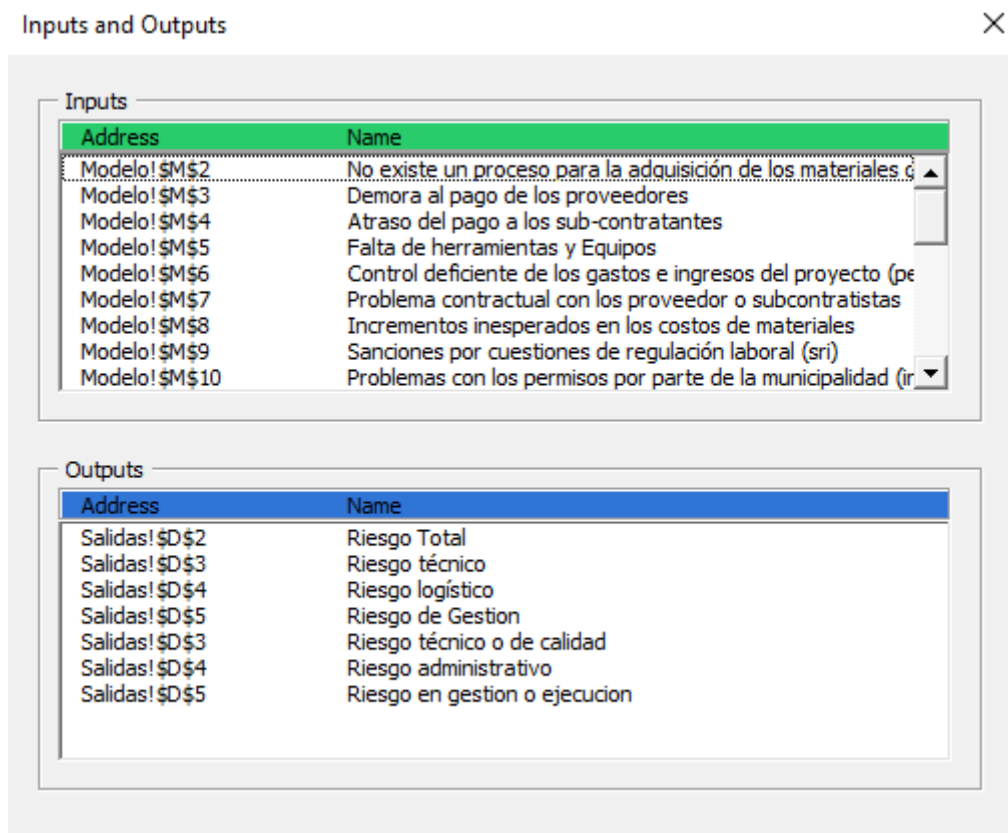
Posteriormente, vamos a proseguir con cada categoría, realizando lo mismo, la función SUMA, pero con los valores de entrada de la categoría correspondiente.



A continuación, seleccionamos cada celda de la columna "Total Risk" y presionamos la opción "Output Data" e ingresamos los datos de salida que serían los valores de las celdas ya mencionadas.



Cabe resaltar que se pueden remover tanto los datos de entrada como los de salida. y en la opción “Show Inputs/Outputs”, podremos verificar todos los datos ingresados.



Para realizar la simulación primeros debemos asignar el número de iteraciones a realizar por el programa, se recomienda para el análisis cuantitativo entre 3000 a 5000 iteraciones. Y de igual forma todos los datos que deseamos observar ya en los gráficos.

Primer simulacion Costos - Excel

Datos Revisar Vista Simulador de Riesgo DTSimulator ¿Qué desea hacer?

py ste Parameters Simulate Help videos Histogram S-Curve Correlation Tornado Tornado Sensitivity Scatter Plot Simulated Data AboutDT English

Additional Controls Charts Reference

2:M27)

C D E F G

Total Risk

riesgos dentro de ella. Todas las categorías restantes se pueden eliminar o m...
 s el resultado de resumen más importante, ya que integra todos los riesgos in...
 quier cosa que le impida crear el producto que su cliente desea. Esto puede i...
 vestigación del sitio inadecuada o diseño incompleto. Estos riesgos pueden oc...
 sites del proyecto, y si hay errores u omisiones de diseño.
 ue deben abordarse antes de comenzar un proyecto. Estos riesgos incluyen la...
 de equipos como repuestos, combustible y mano de obra. Sin abordar estos p...
 l proyecto.
 importación y las dificultades para deshacerse de los equipos son algunos de...
 yecto de construcción. Dependiendo de dónde se encuentre su proyecto, habi...
 me que cada proyecto va a tener los mismos códigos y regulaciones, se encont

Parameters

Samples for drawing input charts 500

Iterations to run on simulation 5000

Minimum TRUE FALSE

Maximum TRUE FALSE

Mean TRUE FALSE

Median TRUE FALSE

Mode TRUE FALSE

Percentile 10 TRUE FALSE

Percentile 90 TRUE FALSE

Target Input 1: x <= TRUE FALSE

Target Input 2: x <= TRUE FALSE

Standard Deviation TRUE FALSE

Skewness TRUE FALSE

Kurtosis TRUE FALSE

Percentile value 1 (<= 1) 0.1

Percentile value 2 (<= 1) 0.9

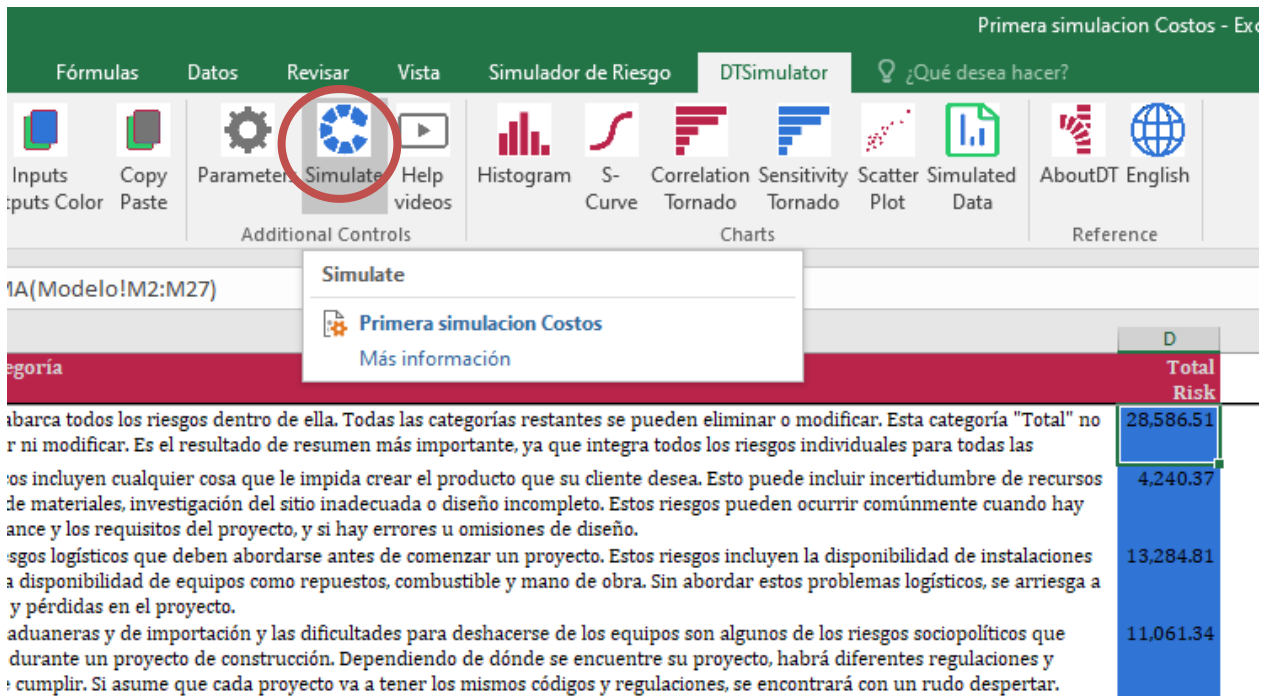
Target value 1 5248.314397

Target value 2 30373.34268

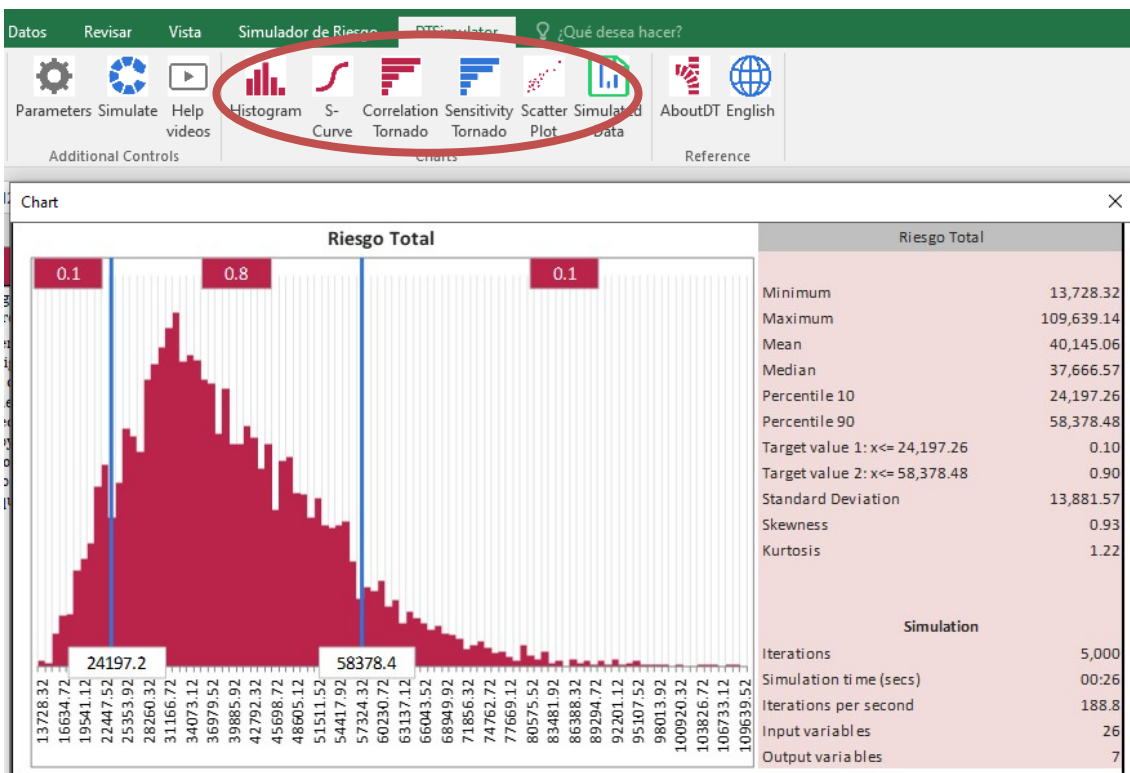
Bins Number 100

Submit

Finalmente, presionamos la opción “Simulate” y esperamos a que el programa realice las iteraciones deseadas.



En la barra de herramientas podemos seleccionar diferentes tipos de gráficas, representando los resultados obtenidos. Entre ellas, histogramas, curvas S, gráficos tornado, entre otros.



ANEXO 2

REGISTRO DEL ANALISIS CUALITATIVO DE RIESGOS DEL PROYECTO: LA MOLINA

ELABORADO POR: WILLIAM MONCAYO VASQUEZ

Nro	Riesgo	Causas	Categoría de Riesgo	Impacto		Probabilidad	Impacto	Probabilidad X Impacto	Valoración del Riesgo	Prioridad
				Costo	Tiempo					
1	No existe un proceso para la adquisición de los materiales de la obra	Registro deficiente debido a la falta de un profesional residente con experiencia en obra.	Administración	x	x	0.5	0.2	0.1	MODERADO	Media
2	Demora al pago de los proveedores	La demora de los pagos es muy común en la construcción ya que muchas veces depende de agentes externos, préstamos, etc.	Administración	x	x	0.5	0.4	0.2	MODERADO	Media
3	Atraso del pago a los sub-contratantes		Administración	x	x	0.3	0.8	0.24	ALTO	Alta
4	Falta de herramientas y Equipos	Inexperiencia en el ámbito de administración en un proyecto de construcción. Falta de un especialista (residente de obra), que	Administración	x	x	0.7	0.4	0.28	ALTO	Alta
5	Control deficiente de los gastos e ingresos del proyecto (pérdida material secundario)		Administración	x	x	0.7	0.4	0.28	ALTO	Alta

		tenga en orden el avance y control del proyecto.								
6	Problema contractual con los proveedores o subcontratistas	En caso de desconocer al personal subcontratado, puede existir inexperiencia en los trabajadores jóvenes.	Administración	x	x	0.3	0.4	0.12	MODERADO	Media
7	Incrementos inesperados en los costos de materiales	Mala estimación de materiales, costos adicionales de herramientas u otros	Administración	x		0.3	0.4	0.12	MODERADO	Media
8	Sanciones por cuestiones de regulación laboral	Incumplimiento de los derechos del trabajador	Administración	x		0.5	0.4	0.2	MODERADO	Media
9	Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios, alcantarillado)	Ejecución de los servicios e alcantarillado e incendios deficientes o sin un asesoramiento profesional	Administración	x	x	0.5	0.2	0.1	MODERADO	Media
10	Inexperiencia del personal de Obra (Ayudantes, Peones, Operarios.)	En caso de desconocer al personal subcontratado, puede existir inexperiencia en los trabajadores jóvenes.	Producción	x	x	0.3	0.2	0.06	BAJO	Baja

11	Falta de coordinación entre las plantillas de trabajo	Una inadecuada gestión de proyectos y una mala planificación provoca un desorden en las actividades planeadas.	Producción	x	x	0.3	0.2	0.06	BAJO	Baja
12	Alteración de espacios y elementos en los planos	La insatisfacción por parte de los propietarios del proyecto puede provocar cambios de última hora ya en la etapa de ejecución.	Producción	x	x	0.7	0.2	0.14	MODERADO	Media
13	Maquinaria en mal estado	Retraso por parte de la distribuidora o una mala planificación para la obtención de materiales.	Producción		x	0.3	0.2	0.06	BAJO	Baja
14	Indisponibilidad de los materiales requeridos para empezar la construcción	El clima impredecible	Producción		x	0.3	0.2	0.06	BAJO	Baja
15	Lluvia abundante en los días de fundición de losas, vigas y columnas.	Falta de accesorios de seguridad, equipos de seguridad en mal estado y un mal uso de los implementos de seguridad.	Producción	x	x	0.5	0.4	0.2	MODERADO	Media

16	Accidentes de trabajo por falta de seguridad.	Encofrado insuficiente para soportar las cargas, encofrado en mal estado o antiguo.	Producción	x	x	0.9	0.4	0.36	ALTO	Alta
17	Falla en la estructura del encofrado.	Fuerza de la naturaleza impredecible.	Producción	x	x	0.1	0.4	0.04	BAJO	Baja
18	Desastres naturales (sismo)	Nueva ola de pandemia	Producción	x	x	0.1	0.8	0.08	BAJO	Baja
19	Paro de actividades por aumento de contagios por COVI-D	Inexperiencia del personal de trabajo	Producción	x	x	0.7	0.2	0.14	MODERADO	Media
20	Acabados arquitectónicos deficientes (pintura, cerámica, muebles, etc.)	Ausencia de control por parte del gerente de obra.	Producción	x	x	0.3	0.4	0.12	MODERADO	Media
21	Daños o robos a equipos y herramientas	Seguridad inexistente en el proyecto, falta de control con respecto a los materiales.	Producción	x	x	0.3	0.2	0.06	BAJO	Baja
22	Escasez de mano de obra	Deficiente gestión de actividades o contratación	Producción		x	0.5	0.4	0.2	MODERADO	Media

		de personal por parte del gerente del proyecto								
23	Procedimientos constructivos convencionales de menor calidad.	Trabajadores desactualizados sobre los métodos constructivos, ausencia de un residente de obra calificado.	Calidad	x	x	0.5	0.2	0.1	MODERADO	Media
24	Pérdida de material por defectos de fábrica (bloques, cerámicas, tuberías, muebles)	Materiales expuestos al clima, mala calidad de los materiales.	Calidad	x	x	0.1	0.8	0.08	BAJO	Baja
25	Pruebas de ensayo del concreto que no cumpla con las resistencias.(pistola)	Mala dosificación de los materiales para el hormigón, uso excesivo de agua.	Calidad	x	x	0.1	0.4	0.04	BAJO	Baja
26	Acero corroído debido a la exposición ambiental.	Exposición del acero a abundante lluvias sin protección.	Calidad	x	x	0.5	0.1	0.05	BAJO	Baja

ANEXO 3

REGISTRO DEL ANALISIS CUANTITATIVO DE RIESGOS DEL PROYECTO: LA MOLINA

COSTO

Nro.	Riesgo	Categoría de Riesgo	Impacto		Distribución de frecuencia	Probabilidad		Distribución de severidad	Costo (\$)		
			Costo	Tiempo		PAR 1	PAR2		PAR 1	PAR2	PAR3
1	No existe un proceso para la adquisición de los materiales de la obra	Administración	x		Bernoulli	0.5		Pert	1000	3500	4500
2	Demora al pago de los proveedores	Administración	x		Binomial	3	0.2	Pert	1000	3000	5200
3	Atraso del pago a los sub-contratantes	Administración	x		Binomial	2	0.3	Pert	800	2000	6500
4	Falta de herramientas y Equipos	Administración	x		Poisson	5		Pert	1000	2000	3200
5	Control deficiente de los gastos e ingresos del proyecto (pérdida material secundario)	Administración	x		Bernoulli	0.4		Pert	400	800	6000
6	Problema contractual con los proveedores o subcontratistas	Administración	x		Bernoulli	0.1		Triangular	400	1200	3000
7	Incrementos inesperados en los costos de materiales	Administración	x		Binomial	0.3		Uniform	5000	6000	

8	Sanciones por cuestiones de regulación laboral	Administración	x		Poisson	3		Pert	50	400	5000
9	Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios, alcantarillado)	Administración	x		Poisson	4		Uniform	400	500	
10	Inexperiencia del personal de Obra (Ayudantes, Peones, Operarios.)	Producción	x		Bernoulli	0.3		Uniform	500	1000	
11	Falta de coordinación de actividades entre las plantillas de trabajo	Producción	x		Poisson	3		Pert	200	800	1500
12	Alteración de espacios y elementos en los planos	Producción	x		Poisson	8		Pert	200	1500	2400
13	Maquinaria en mal estado	Producción			Bernoulli	0.2		Uniform	0	0	
14	Indisponibilidad de los materiales requeridos para empezar la construcción	Producción			Poisson	4		Uniform	0	0	
15	Lluvia abundante en los días de fundición de losas, vigas y columnas.	Producción	x		Poisson	3		Pert	100	300	500
16	Accidentes de trabajo por falta de seguridad.	Producción	x		Bernoulli	0.3		Uniform	100	25000	

17	Falla en la estructura del encofrado.	Producción	x		Bernoulli	0.1		Triangular	100	800	3000
18	Desastres naturales (sismo)	Producción	x		Bernoulli	0.05		Uniform	200	10000	
19	Paro de actividades por aumento de contagios por COVID	Producción	x		Bernoulli	0.4		Pert	100	300	5000
20	Acabados arquitectónicos deficientes (pintura, cerámica, muebles, etc.)	Producción	x		Bernoulli	0.3		Pert	50	120	800
21	Daños o robos a equipos y herramientas	Producción	x		Poisson	4		Triangular	80	1200	2000
22	Escasez de mano de obra	Producción			Poisson	3		Uniform	0	0	
23	Procedimientos constructivos convencionales de menor calidad.	Calidad	x		Bernoulli	0.3		Pert	20	200	500
24	Pérdida de material por defectos de fábrica (bloques, cerámicas, tuberías, muebles)	Calidad	x		Binomial	4	0.1	Uniform	100	800	
25	Pruebas de ensayo del concreto que no cumpla con las resistencias.(pistola)	Calidad	x		Bernoulli	0.05		Triangular	150	1500	2000
26	Acero corroído debido a la exposición ambiental.	Calidad	x		Poisson	3		Pert	200	400	1500

TIEMPO

Nro.	Riesgo	Categoría de Riesgo	Impacto		Distribución de frecuencia	Probabilidad		Distribución de severidad	Tiempo (semanas de trabajo)		
			Costo	Tiempo		PAR 1	PAR2		PAR 1	PAR2	PAR3
1	No existe un proceso para la adquisición de los materiales de la obra	Administración		x	Bernoulli	0.5		Pert	0.4	1.0	4
2	Demora al pago de los proveedores	Administración		x	Binomial	3	0.2	Pert	0.8	1.0	3.0
3	Atraso del pago a los sub-contratantes	Administración		x	Binomial	2	0.3	Pert	0.6	0.8	3.0
4	Falta de herramientas y Equipos	Administración		x	Poisson	5		Pert	0.6	2.0	3.0
5	Control deficiente de los gastos e ingresos del proyecto (pérdida material secundario)	Administración		x	Bernoulli	0.4		Pert	0.4	1.0	2.0
6	Problema contractual con los proveedores o subcontratistas	Administración		x	Bernoulli	0.1		Triangular	0.2	1.0	2.0
7	Incrementos inesperados en los costos de materiales	Administración			Binomial	0.3		Uniform	0	0	
8	Sanciones por cuestiones de regulación laboral	Administración			Poisson	3		Uniform	0	0	

9	Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios, alcantarillado)	Administración		x	Poisson	4		Pert	0.4	1.0	4.0
10	Inexperiencia del personal de Obra (Ayudantes, Peones, Operarios.)	Producción		x	Bernoulli	0.3		Pert	0.2	1.0	4.0
11	Falta de coordinación de actividades entre las plantillas de trabajo	Producción		x	Poisson	3		Pert	0.2	1.0	1.4
12	Alteración de espacios y elementos en los planos	Producción		x	Poisson	8		Uniform	1.0	2.0	
13	Maquinaria en mal estado	Producción		x	Bernoulli	0.2		Uniform	0.1	1.0	
14	Indisponibilidad de los materiales requeridos para empezar la construcción	Producción		x	Poisson	4		Pert	0.1	0.4	2.0
15	Lluvia abundante en los días de fundición de losas, vigas y columnas.	Producción		x	Poisson	3		Pert	0.1	0.4	1.0
16	Accidentes de trabajo por falta de seguridad.	Producción		x	Bernoulli	0.3		Triangular	0.2	1.0	4.0
17	Falla en la estructura del encofrado.	Producción		x	Bernoulli	0.1		Triangular	0.2	0.4	1.0
18	Desastres naturales (sismo)	Producción		x	Bernoulli	0.05		Pert	0.2	0.8	6.0

19	Paro de actividades por aumento de contagios por COVI-D	Producción		x	Bernoulli	0.4		Pert	0.2	1.0	4.0
20	Acabados arquitectónicos deficientes (pintura, cerámica, muebles, etc.)	Producción		x	Bernoulli	0.3		Pert	0.2	0.4	1.0
21	Daños o robos a equipos y herramientas	Producción		x	Poisson	4		Uniform	0.2	1.0	
22	Escasez de mano de obra	Producción		x	Poisson	3		Pert	0.1	0.4	1.0
23	Procedimientos constructivos convencionales de menor calidad.	Calidad		x	Bernoulli	0.3		Uniform	0.4	2.0	
24	Pérdida de material por defectos de fábrica (bloques, cerámicas, tuberías, muebles)	Calidad		x	Binomial	4	0.1	Uniform	0.0	0.2	
25	Pruebas de ensayo del concreto que no cumpla con las resistencias.(pistola)	Calidad		x	Bernoulli	0.05		Triangular	0.6	1.0	2.0
26	Acero corroído debido a la exposición ambiental.	Calidad		x	Poisson	3		Pert	0.2	0.6	1.0

ANEXO 4

REGISTRO DEL PLAN DE RESPUESTA DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO: LA MOLINA

Nro.	Riesgo	Categoría de Riesgo	Causas	Prioridad	Respuesta	Plan de contingencia
1	No existe un proceso para la adquisición de los materiales de la obra	Administración	Registro deficiente debido a la falta de un profesional residente con experiencia en obra.	MEDIO	MITIGAR	Asignar a una persona encargada de la adquisición y control de los materiales, ingresos y egresos en la obra. Se recomienda planillar todo lo construido, recomendable un residente de obra.
2	Demora al pago de los proveedores	Administración	La demora de los pagos es muy común en la construcción ya que muchas veces depende de agentes externos, préstamos, etc.	MEDIO	EVITAR	Tener las cuentas al día, realizar los pagos inmediatamente se haya obtenido el materia.
3	Atraso del pago a los sub-contratantes	Administración		MEDIO	EVITAR	Tener las cuentas al día, realizar los pagos totales cada fin de mes. Evitar realizar abonos a los trabajadores sin un adecuado seguimiento a estos
4	Falta de herramientas y Equipos	Administración	Inexperiencia en el ámbito de administración en un proyecto de construcción.	ALTO	EVITAR	Invertir en el alquiler de herramientas y maquinaria para una mayor productividad, evitar el uso de equipos discontinuados o en mal estado.
5	Control deficiente de los gastos e ingresos del proyecto (pérdida material secundario)	Administración	Falta de un especialista (residente de obra), que tenga en orden el avance y control del proyecto.	MEDIO	MITIGAR	Contratar un residente de obra quien se encargue de planillar el progreso en obra y llevar un control de los gastos del proyecto.
6	Problema contractual con los proveedores o subcontratistas	Administración	En caso de desconocer al personal subcontratado, puede existir inexperiencia en los trabajadores jóvenes.	BAJO	ACEPTAR	Opcional, contratar un abogado.

7	Incrementos inesperados en los costos de materiales	Administración	Mala estimación de materiales, costos adicionales de herramientas u otros	MEDIO	ACEPTAR	Opcional, poseer un capital de contingencia para este riesgo.
8	Sanciones por cuestiones de regulación laboral	Administración	Incumplimiento de los derechos del trabajador	MEDIO	EVITAR	Cumplir con lo establecido en la ley de contratación laboral, poseer los implementos de seguridad necesarios.
9	Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios, alcantarillado)	Administración	Ejecución de los servicios e alcantarillado e incendios deficientes o sin un asesoramiento profesional	MEDIO	MITIGAR	Realizar los estudios y diseños con la ayuda de profesional en cada área y contratar un residente que supervise el cumplimiento de los diseños.
10	Inexperiencia del personal de Obra (Ayudantes, Peones, Operarios.)	Producción	En caso de desconocer al personal subcontratado, puede existir inexperiencia en los trabajadores jóvenes.	BAJO	ACEPTAR	Opcional, próximos proyectos contratar personal con mayor experiencia o capacitar al actual.
11	Falta de coordinación de actividades entre las plantillas de trabajo	Producción	Una inadecuada gestión de proyectos y una mala planificación provoca un desorden en las actividades planeadas.	MEDIO	TRANSFERIR	Delegar al residente de obra para que realice un cronograma o un plan de actividades, donde no se traspongan las actividades de las plantillas. Se sugiere una constante comunicación con las plantillas para gestionar su progreso.
12	Alteración de espacios y elementos en los planos	Producción	La insatisfacción y falta de comunicación por parte de los propietarios del proyecto puede provocar cambios de última hora ya en la etapa de ejecución.	ALTO	MITIGAR	Mantener una constante comunicación con los propietarios del proyecto o los compradores, para conocer sus sugerencias. Es recomendable realizar esto en la etapa de diseño para que los cambios sean mínimos en la etapa de construcción.

13	Maquinaria en mal estado	Producción	Demasiadas horas de trabajo o un mal mantenimiento de los propietarios.	BAJO	ACEPTAR	Responsabilidad del propietario de la maquinaria.
14	Indisponibilidad de los materiales requeridos para empezar la construcción	Producción	Retraso por parte de la distribuidora o una mala planificación para la obtención de materiales.	BAJO	EVITAR	Tener un cronograma de trabajo de todas las actividades próximas a desarrollar, para conocer con anticipación los materiales requeridos por el maestro. También se recomienda una continua comunicación con el maestro mayor.
15	Lluvia abundante en los días de fundición de losas, vigas y columnas.	Producción	El clima impredecible	BAJO	ACEPTAR	Opcional, consultar en el INAMHI las probabilidades de lluvia y el tiempo climático de los días que se pretendan fundir la los, vigas o columnas.
16	Accidentes de trabajo	Producción	Falta de accesorios de seguridad, equipos de seguridad en mal estado y un mal uso de los implementos de seguridad.	MEDIO	MITIGAR	Proporcionar a los trabajadores equipos de seguridad adecuados, de calidad y delegar al residente que supervise el uso del equipo en el personal de trabajo.
17	Falla en la estructura del encofrado.	Producción	Encofrado insuficiente para soportar las cargas, encofrado en mal estado o antiguo.	BAJO	EVITAR	Encofrado de calidad, no usar materiales en mal estado.
18	Desastres naturales (sismo)	Producción	Fuerza de la naturaleza impredecible.	BAJO	ACEPTAR	Opcional, tener un fondo de reserva para estos escenarios catastróficos.
19	Paro de actividades por aumento de contagios por COVID	Producción	Nueva ola de pandemia	BAJO	ACEPTAR	Opcional, tener un fondo de reserva para estos escenarios catastróficos.
20	Acabados arquitectónicos deficientes (pintura, cerámica, muebles, etc.)	Producción	Inexperiencia del personal de trabajo. Ausencia de control por parte del gerente de obra.	BAJO	TRANSFERIR	Delegar al residente de obra, que monitorea los acabados finales del proyecto.

21	Daños o robos a equipos y herramientas	Producción	Seguridad inexistente en el proyecto, falta de control con respecto a los materiales.	MEDIO	EVITAR	Establecer un almacén o una bodega donde se resguarde los equipos y herramientas de un costo elevado. Llevar un registro del uso de las herramientas. Opcional, uso de cámaras de seguridad.
22	Escasez de mano de obra	Producción	Deficiente gestión de actividades o contratación de personal por parte del gerente del proyecto	BAJO	ACEPTAR	En base al criterio del residente contratar en próximos proyectos al personal de trabajo para evitar la ausencia de la mano de obra. Opcional, contratar más personal.
23	Procedimientos constructivos convencionales de menor calidad.	Calidad	Trabajadores desactualizados sobre los métodos constructivos, ausencia de un residente de obra calificado.	BAJO	TRANSFERIR	Asignar a un residente de obra, para un estudio de procesos constructivos modernos y se los prepare a los trabajadores. Opcional, contratar personal de mayor experiencia en procesos constructivos modernos.
24	Pérdida de material por defectos de fábrica (bloques, cerámicas, tuberías, muebles)	Calidad	Materiales expuestos al clima, mala calidad de los materiales.	BAJO	ACEPTAR	Opcional, adquirir los materiales de distribuidores con buenas referencias, y así evitar una pérdida de material en grandes cantidades. Residente de obra que monitorea un uso adecuado de los materiales. Resguardar los materiales en bodegas.
25	Pruebas de ensayo del concreto que no cumpla con las resistencias.(pistola)	Calidad	Mala dosificación de los materiales para el hormigón, uso excesivo de agua.	BAJO	ACEPTAR	Responsabilidad de concretera, supervisar un adecuado elaboración de los cilindros de prueba.
26	Acero corroído debido a la exposición ambiental.	Calidad	Exposición del acero a abundante lluvias sin protección.	MEDIO	MITIGAR	Elaboración de bodegas, para evitar la exposición del material con la intemperie.

ANEXO 5

REGISTRO DE LOS DATOS RECOPIADOS DE LAS ENTREVISTAS.

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO: LA MOLINA

- **Primer entrevistado**

Nro.	Riesgo	Categoría de Riesgo	Impacto		Probabilidad		Distribución de frecuencia
			Costo	Tiempo	PAR 1	PAR2	
1	No existe un proceso para la adquisición de los materiales de la obra	Administración	x	x	0.5		Bernoulli
2	Demora al pago de los proveedores	Administración	x	x	3	0.3	Binomial
3	Atraso del pago a los sub-contratantes	Administración	x	x	2	0.3	Binomial
4	Falta de herramientas y Equipos	Administración	x	x	5		Poisson
5	Control deficiente de los gastos e ingresos del proyecto (pérdida material secundario)	Administración	x	x	0.3		Bernoulli
6	Problema contractual con los proveedores o subcontratistas	Administración	x	x	0.05		Bernoulli
7	Incrementos inesperados en los costos de materiales	Administración	x		0.3		Bernoulli
8	Sanciones por cuestiones de regulación laboral	Administración	x		2		Poisson
9	Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios, alcantarillado)	Administración	x	x	5		Poisson
10	Inexperiencia del personal de Obra (Ayudantes, Peones, Operarios.)	Producción	x	x	0.3		Bernoulli
11	Falta de coordinación de actividades entre las plantillas de trabajo	Producción	x	x	1		Poisson
12	Alteración de espacios y elementos en los planos	Producción	x	x	6		Poisson
13	Maquinaria en mal estado	Producción		x	0.2		Bernoulli
14	Indisponibilidad de los materiales requeridos para empezar la construcción	Producción		x	3		Poisson
15	Lluvia abundante en los días de fundición de losas, vigas y columnas.	Producción	x	x	3		Poisson

16	Accidentes de trabajo	Producción	x	x	0.15		Bernoulli
17	Falla en la estructura del encofrado.	Producción	x	x	0.05		Bernoulli
18	Desastres naturales (sismo)	Producción	x	x	0.05		Bernoulli
19	Paro de actividades por aumento de contagios por COVID	Producción	x	x	0.4		Bernoulli
20	Acabados arquitectónicos deficientes (pintura, cerámica, muebles, etc.)	Producción	x	x	0.2		Bernoulli
21	Daños o robos a equipos y herramientas	Producción	x	x	5		Poisson
22	Escasez de mano de obra	Producción		x	2		Poisson
23	Procedimientos constructivos convencionales de menor calidad.	Calidad	x	x	0.25		Bernoulli
24	Pérdida de material por defectos de fábrica (bloques, cerámicas, tuberías, muebles)	Calidad	x	x	4	0.05	Binomial
25	Pruebas de ensayo del concreto que no cumpla con las resistencias.(pistola)	Calidad	x	x	0.03		Bernoulli
26	Acero corroído debido a la exposición ambiental.	Calidad	x	x	2		Poisson

- **Segundo entrevistado**

Nro.	Riesgo	Categoría de Riesgo	Impacto		Probabilidad		Distribución de frecuencia
			Costo	Tiempo	PAR 1	PAR2	
1	No existe un proceso para la adquisición de los materiales de la obra	Administración	x	x	0.3		Bernoulli
2	Demora al pago de los proveedores	Administración	x	x	3	0.1	Binomial
3	Atraso del pago a los sub-contratantes	Administración	x	x	2	0.2	Binomial
4	Falta de herramientas y Equipos	Administración	x	x	3		Poisson
5	Control deficiente de los gastos e ingresos del proyecto (pérdida material secundario)	Administración	x	x	0.3		Bernoulli
6	Problema contractual con los proveedores o subcontratistas	Administración	x	x	0.1		Bernoulli
7	Incrementos inesperados en los costos de materiales	Administración	x		0.2		Binomial

8	Sanciones por cuestiones de regulación laboral	Administración	x		4		Poisson
9	Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios, alcantarillado)	Administración	x	x	3		Poisson
10	Inexperiencia del personal de Obra (Ayudantes, Peones, Operarios.)	Producción	x	x	0.3		Bernoulli
11	Falta de coordinación de actividades entre las plantillas de trabajo	Producción	x	x	4		Poisson
12	Alteración de espacios y elementos en los planos	Producción	x	x	9		Poisson
13	Maquinaria en mal estado	Producción		x	0.2		Bernoulli
14	Indisponibilidad de los materiales requeridos para empezar la construcción	Producción		x	5		Poisson
15	Lluvia abundante en los días de fundición de losas, vigas y columnas.	Producción	x	x	5		Poisson
16	Accidentes de trabajo	Producción	x	x	0.4		Bernoulli
17	Falla en la estructura del encofrado.	Producción	x	x	0.1		Bernoulli
18	Desastres naturales (sismo)	Producción	x	x	0.05		Bernoulli
19	Paro de actividades por aumento de contagios por COVID	Producción	x	x	0.35		Bernoulli
20	Acabados arquitectónicos deficientes (pintura, cerámica, muebles, etc.)	Producción	x	x	0.3		Bernoulli
21	Daños o robos a equipos y herramientas	Producción	x	x	5		Poisson
22	Escasez de mano de obra	Producción		x	4		Poisson
23	Procedimientos constructivos convencionales de menor calidad.	Calidad	x	x	0.3		Bernoulli
24	Pérdida de material por defectos de fábrica (bloques, cerámicas, tuberías, muebles)	Calidad	x	x	4	0.15	Binomial
25	Pruebas de ensayo del concreto que no cumpla con las resistencias.(pistola)	Calidad	x	x	0.04		Bernoulli
26	Acero corroído debido a la exposición ambiental.	Calidad	x	x	1		Poisson

- **Tercer entrevistado**

Nro.	Riesgo	Categoría de Riesgo	Impacto		Probabilidad		Distribución de frecuencia
			Costo	Tiempo	PAR 1	PAR2	
1	No existe un proceso para la adquisición de los materiales de la obra	Administración	x	x	0.7		Bernoulli
2	Demora al pago de los proveedores	Administración	x	x	3	0.2	Binomial
3	Atraso del pago a los sub-contratantes	Administración	x	x	2	0.3	Binomial
4	Falta de herramientas y Equipos	Administración	x	x	8		Poisson
5	Control deficiente de los gastos e ingresos del proyecto (pérdida material secundario)	Administración	x	x	0.6		Bernoulli
6	Problema contractual con los proveedores o subcontratistas	Administración	x	x	0.2		Bernoulli
7	Incrementos inesperados en los costos de materiales	Administración	x		0.3		Binomial
8	Sanciones por cuestiones de regulación laboral	Administración	x		2		Poisson
9	Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios, alcantarillado)	Administración	x	x	3		Poisson
10	Inexperiencia del personal de Obra (Ayudantes, Peones, Operarios.)	Producción	x	x	0.3		Bernoulli
11	Falta de coordinación de actividades entre las plantillas de trabajo	Producción	x	x	4		Poisson
12	Alteración de espacios y elementos en los planos	Producción	x	x	8		Poisson
13	Maquinaria en mal estado	Producción		x	0.2		Bernoulli
14	Indisponibilidad de los materiales requeridos para empezar la construcción	Producción		x	5		Poisson
15	Lluvia abundante en los días de fundición de losas, vigas y columnas.	Producción	x	x	2		Poisson
16	Accidentes de trabajo	Producción	x	x	0.35		Bernoulli
17	Falla en la estructura del encofrado.	Producción	x	x	0.08		Bernoulli
18	Desastres naturales (sismo)	Producción	x	x	0.05		Bernoulli

19	Paro de actividades por aumento de contagios por COVID	Producción	x	x	0.4		Bernoulli
20	Acabados arquitectónicos deficientes (pintura, cerámica, muebles, etc.)	Producción	x	x	0.25		Bernoulli
21	Daños o robos a equipos y herramientas	Producción	x	x	3		Poisson
22	Escasez de mano de obra	Producción		x	2		Poisson
23	Procedimientos constructivos convencionales de menor calidad.	Calidad	x	x	0.3		Bernoulli
24	Pérdida de material por defectos de fábrica (bloques, cerámicas, tuberías, muebles)	Calidad	x	x	4	0.1	Binomial
25	Pruebas de ensayo del concreto que no cumpla con las resistencias.(pistola)	Calidad	x	x	0.07		Bernoulli
26	Acero corroído debido a la exposición ambiental.	Calidad	x	x	5		Poisson

- **Resumen de los resultados de probabilidad**

Riesgo No.	Distribución de frecuencia escogida	OBSERVACIONES	PROMEDIO DE LA PROBABILIDAD	
			PAR 1	PAR2
1	Bernoulli	Es un escenario en el cual se puede dar solo una vez y tiene una probabilidad de ocurrencia, es un evento binario único	0.5	
2	Binomial	Es un evento donde existen 3 unidades (proveedores importantes: acero, concreto, elemento para los acabados) los cuales estarán expuestos a una misma probabilidad, de que se demoren los pagos.	3	0.2
3	Binomial	Es un evento donde existen 2 unidades (subcontratantes de: construcción y de acabados) los cuales estarán expuestos a una misma probabilidad, de que se demoren los pagos.	2	0.3
4	Poisson	Puede darse más de una vez en el proyecto, no tiene probabilidad	5	

5	Bernoulli	Es un escenario en el cual se puede dar solo una vez y tiene una probabilidad de ocurrencia	0.4	
6	Bernoulli	Es un escenario en el cual se puede dar solo una vez y tiene una probabilidad de ocurrencia	0.1	
7	Bernoulli	Es un escenario en el cual se puede dar solo una vez y tiene una probabilidad de ocurrencia	0.3	
8	Poisson	Puede darse más de una vez en el proyecto, no tiene probabilidad	3	
9	Poisson	Puede darse más de una vez en el proyecto, no tiene probabilidad	4	
10	Bernoulli	Es un escenario en el cual se puede dar solo una vez y tiene una probabilidad de ocurrencia	0.3	
11	Poisson	Puede darse más de una vez en el proyecto, no tiene probabilidad	3.0	
12	Poisson	Puede darse más de una vez en el proyecto, no tiene probabilidad	8	
13	Bernoulli	Es un escenario en el cual se puede dar solo una vez y tiene una probabilidad de ocurrencia	0.2	
14	Poisson	Puede darse más de una vez en el proyecto, no tiene probabilidad	4	
15	Poisson	Puede darse más de una vez en el proyecto, no tiene probabilidad	3	
16	Bernoulli	Es un escenario en el cual se puede dar solo una vez y tiene una probabilidad de ocurrencia	0.3	
17	Bernoulli	Es un escenario en el cual se puede dar solo una vez y tiene una probabilidad de ocurrencia	0.1	
18	Bernoulli	Es un escenario en el cual se puede dar solo una vez y tiene una probabilidad de ocurrencia	0.05	
19	Bernoulli	Es un escenario en el cual se puede dar solo una vez y tiene una probabilidad de ocurrencia	0.4	
20	Bernoulli	Es un escenario en el cual se puede dar solo una vez y tiene una probabilidad de ocurrencia	0.3	
21	Poisson	Puede darse más de una vez en el proyecto, no tiene probabilidad	4	
22	Poisson	Puede darse más de una vez en el proyecto, no tiene probabilidad	3	
23	Bernoulli	Es un escenario en el cual se puede dar solo una vez y tiene una probabilidad de ocurrencia	0.3	
24	Binomial	Es un evento donde existen 4 elementos (bloques, cerámicas, tuberías, muebles) los cuales estarán expuestos a una misma probabilidad, de que tengas defectos de origen	4.0	0.1
25	Bernoulli	Es un escenario en el cual se puede dar solo una vez y tiene una probabilidad de ocurrencia	0.05	
26	Poisson	Puede darse más de una vez en el proyecto, no tiene probabilidad	3	

ANEXO 6

REGISTRO DE LOS DATOS RECOPIADOS DE LAS ENTREVISTAS.

ESTIMACIONES EN EL COSTO DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO: LA MOLINA

- **Primer entrevistado**

Nro.	Riesgo	Categoría de Riesgo	Costo (\$)		
			(MIN)	MAS PROBABLE	(MAX)
1	No existe un proceso para la adquisición de los materiales de la obra	Administración	3500	4500	
2	Demora al pago de los proveedores	Administración	2000	3000	5000
3	Atraso del pago a los sub-contratantes	Administración	800	1000	4000
4	Falta de herramientas y Equipos	Administración	1000	2000	2800
5	Control deficiente de los gastos e ingresos del proyecto (pérdida material secundario)	Administración	400		800
6	Problema contractual con los proveedores o subcontratistas	Administración	400		800
7	Incrementos inesperados en los costos de materiales	Administración		5000	
8	Sanciones por cuestiones de regulación laboral	Administración	50		100
9	Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios, alcantarillado)	Administración		400	
10	Inexperiencia del personal de Obra (Ayudantes, Peones, Operarios.)	Producción		500	
11	Falta de coordinación de actividades entre las plantillas de trabajo	Producción		700	
12	Alteración de espacios y elementos en los planos	Producción		1000	
13	Maquinaria en mal estado	Producción		0	
14	Indisponibilidad de los materiales requeridos para empezar la construcción	Producción		0	
15	Lluvia abundante en los días de fundición de losas, vigas y columnas.	Producción	100		300
16	Accidentes de trabajo	Producción	100		25000
17	Falla en la estructura del encofrado.	Producción	100	300	3000
18	Desastres naturales (sismo)	Producción	300		7000

19	Paro de actividades por aumento de contagios por COVID	Producción	100	120	200
20	Acabados arquitectónicos deficientes (pintura, cerámica, muebles, etc.)	Producción	50	80	400
21	Daños o robos a equipos y herramientas	Producción	80	2000	
22	Escasez de mano de obra	Producción	0	0	
23	Procedimientos constructivos convencionales de menor calidad.	Calidad	20	500	
24	Pérdida de material por defectos de fábrica (bloques, cerámicas, tuberías, muebles)	Calidad			800
25	Pruebas de ensayo del concreto que no cumpla con las resistencias.(pistola)	Calidad	800	1000	2000
26	Acero corroído debido a la exposición ambiental.	Calidad	200		1000

- **Segundo entrevistado**

Nro.	Riesgo	Categoría de Riesgo	Costo (\$)		
			(MIN)	MAS PROBABLE	(MAX)
1	No existe un proceso para la adquisición de los materiales de la obra	Administración	1000		3000
2	Demora al pago de los proveedores	Administración	1000		4000
3	Atraso del pago a los sub-contratantes	Administración	800		3000
4	Falta de herramientas y Equipos	Administración	1500		2500
5	Control deficiente de los gastos e ingresos del proyecto (pérdida material secundario)	Administración	500		700
6	Problema contractual con los proveedores o subcontratistas	Administración	500		700
7	Incrementos inesperados en los costos de materiales	Administración		6000	
8	Sanciones por cuestiones de regulación laboral	Administración	100		1000
9	Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios, alcantarillado)	Administración		500	
10	Inexperiencia del personal de Obra (Ayudantes, Peones, Operarios.)	Producción		800	

11	Falta de coordinación de actividades entre las plantillas de trabajo	Producción		200	
12	Alteración de espacios y elementos en los planos	Producción	500		2400
13	Maquinaria en mal estado	Producción		0	
14	Indisponibilidad de los materiales requeridos para empezar la construcción	Producción		0	
15	Lluvia abundante en los días de fundición de losas, vigas y columnas.	Producción			500
16	Accidentes de trabajo	Producción	200		20000
17	Falla en la estructura del encofrado.	Producción	200	300	2000
18	Desastres naturales (sismo)	Producción	200		10000
19	Paro de actividades por aumento de contagios por COVID	Producción		300	
20	Acabados arquitectónicos deficientes (pintura, cerámica, muebles, etc.)	Producción	100		500
21	Daños o robos a equipos y herramientas	Producción	100		2000
22	Escasez de mano de obra	Producción		0	
23	Procedimientos constructivos convencionales de menor calidad.	Calidad	50	100	
24	Pérdida de material por defectos de fábrica (bloques, cerámicas, tuberías, muebles)	Calidad		100	
25	Pruebas de ensayo del concreto que no cumpla con las resistencias.(pistola)	Calidad	400	1500	
26	Acero corroído debido a la exposición ambiental.	Calidad		400	

- **Tercer entrevistado**

Nro.	Riesgo	Categoría de Riesgo	Costo (\$)		
			(MIN)	MAS PROBABLE	(MAX)
1	No existe un proceso para la adquisición de los materiales de la obra	Administración	2000		4000
2	Demora al pago de los proveedores	Administración	1500	2500	5200
3	Atraso del pago a los sub-contratantes	Administración		2000	6500
4	Falta de herramientas y Equipos	Administración	1500		3200
5	Control deficiente de los gastos e ingresos del proyecto (pérdida material secundario)	Administración		6000	
6	Problema contractual con los proveedores o subcontratistas	Administración	2000		3000
7	Incrementos inesperados en los costos de materiales	Administración	5000		6000
8	Sanciones por cuestiones de regulación laboral	Administración		400	5000
9	Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios, alcantarillado)	Administración	400		500
10	Inexperiencia del personal de Obra (Ayudantes, Peones, Operarios.)	Producción		1000	
11	Falta de coordinación de actividades entre las plantillas de trabajo	Producción		800	1500
12	Alteración de espacios y elementos en los planos	Producción		2400	
13	Maquinaria en mal estado	Producción		0	
14	Indisponibilidad de los materiales requeridos para empezar la construcción	Producción		0	
15	Lluvia abundante en los días de fundición de losas, vigas y columnas.	Producción		400	
16	Accidentes de trabajo	Producción	100		20000
17	Falla en la estructura del encofrado.	Producción	600		1000
18	Desastres naturales (sismo)	Producción	200		10000
19	Paro de actividades por aumento de contagios por COVID	Producción	200		5000
20	Acabados arquitectónicos deficientes (pintura, cerámica, muebles, etc.)	Producción		120	
21	Daños o robos a equipos y herramientas	Producción		1000	
22	Escasez de mano de obra	Producción		0	
23	Procedimientos constructivos convencionales de menor calidad.	Calidad		400	500

24	Pérdida de material por defectos de fábrica (bloques, cerámicas, tuberías, muebles)	Calidad		800	
25	Pruebas de ensayo del concreto que no cumpla con las resistencias.(pistola)	Calidad	150		1500
26	Acero corroído debido a la exposición ambiental.	Calidad		300	

- **Cuarto entrevistado**

Nro.	Riesgo	Categoría de Riesgo	Costo (\$)		
			(MIN)	MAS PROBABLE	(MAX)
1	No existe un proceso para la adquisición de los materiales de la obra	Administración	1500		4000
2	Demora al pago de los proveedores	Administración		3000	
3	Atraso del pago a los sub-contratantes	Administración		2000	
4	Falta de herramientas y Equipos	Administración		2500	
5	Control deficiente de los gastos e ingresos del proyecto (pérdida material secundario)	Administración		800	
6	Problema contractual con los proveedores o subcontratistas	Administración		1200	3000
7	Incrementos inesperados en los costos de materiales	Administración		5000	
8	Sanciones por cuestiones de regulación laboral	Administración		400	4000
9	Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios, alcantarillado)	Administración		400	
10	Inexperiencia del personal de Obra (Ayudantes, Peones, Operarios.)	Producción		1000	
11	Falta de coordinación de actividades entre las plantillas de trabajo	Producción		300	1500

12	Alteración de espacios y elementos en los planos	Producción	200	1500	2000
13	Maquinaria en mal estado	Producción		0	
14	Indisponibilidad de los materiales requeridos para empezar la construcción	Producción		0	
15	Lluvia abundante en los días de fundición de losas, vigas y columnas.	Producción	200		500
16	Accidentes de trabajo	Producción	200		25000
17	Falla en la estructura del encofrado.	Producción		800	1000
18	Desastres naturales (sismo)	Producción			1000
19	Paro de actividades por aumento de contagios por COVID	Producción		300	4000
20	Acabados arquitectónicos deficientes (pintura, cerámica, muebles, etc.)	Producción	100		800
21	Daños o robos a equipos y herramientas	Producción		1200	
22	Escasez de mano de obra	Producción		0	
23	Procedimientos constructivos convencionales de menor calidad.	Calidad		200	
24	Pérdida de material por defectos de fábrica (bloques, cerámicas, tuberías, muebles)	Calidad		800	
25	Pruebas de ensayo del concreto que no cumpla con las resistencias.(pistola)	Calidad	150		1500
26	Acero corroído debido a la exposición ambiental.	Calidad		300	1500

- **Quinto entrevistado**

Nro.	Riesgo	Categoría de Riesgo	Costo (\$)		
			(MIN)	MAS PROBABLE	(MAX)
1	No existe un proceso para la adquisición de los materiales de la obra	Administración	2000		3500
2	Demora al pago de los proveedores	Administración	1000	2500	4000
3	Atraso del pago a los sub-contratantes	Administración	1000	2500	5000
4	Falta de herramientas y Equipos	Administración	1500		2500
5	Control deficiente de los gastos e ingresos del proyecto (pérdida material secundario)	Administración	450		5000
6	Problema contractual con los proveedores o subcontratistas	Administración	400		2000
7	Incrementos inesperados en los costos de materiales	Administración			5000
8	Sanciones por cuestiones de regulación laboral	Administración	80	400	
9	Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios, alcantarillado)	Administración		500	
10	Inexperiencia del personal de Obra (Ayudantes, Peones, Operarios.)	Producción	600		800
11	Falta de coordinación de actividades entre las plantillas de trabajo	Producción	300		1000
12	Alteración de espacios y elementos en los planos	Producción	300		2000
13	Maquinaria en mal estado	Producción		0	
14	Indisponibilidad de los materiales requeridos para empezar la construcción	Producción		0	
15	Lluvia abundante en los días de fundición de losas, vigas y columnas.	Producción		500	
16	Accidentes de trabajo	Producción	200		24000
17	Falla en la estructura del encofrado.	Producción	300		2000
18	Desastres naturales (sismo)	Producción	300	1000	
19	Paro de actividades por aumento de contagios por COVID	Producción	100	150	4000
20	Acabados arquitectónicos deficientes (pintura, cerámica, muebles, etc.)	Producción	100	500	
21	Daños o robos a equipos y herramientas	Producción	100	1000	
22	Escasez de mano de obra	Producción	0	0	
23	Procedimientos constructivos convencionales de menor calidad.	Calidad	50	100	400

24	Pérdida de material por defectos de fábrica (bloques, cerámicas, tuberías, muebles)	Calidad			800
25	Pruebas de ensayo del concreto que no cumpla con las resistencias.(pistola)	Calidad	400	1500	
26	Acero corroído debido a la exposición ambiental.	Calidad		500	1500

- **Resumen de los datos recopilados del costo de los riesgos**

Riesgo Nro.	Parámetros en el costo (\$)			Distribución de impacto escogido	Observaciones
	PAR 1	PAR2	PAR3		
1	1000	3500	4500	Pert	Debido a que los datos obtenidos tienen valores extremos muy alejados, se optó por usar la distribución PERT, ya que proporciona una menor probabilidad a sus extremos e impide una discontinuidad matemática
2	1000	3000	5200	Pert	
3	800	2000	6500	Pert	
4	1000	2000	3200	Pert	
5	400	800	6000	Pert	
6	400	1200	3000	Triangular	Los datos obtenidos para este riesgo son de gran confianza en los extremos debido a su redundancia por los entrevistados, por lo que se puede usar la distribución triangular, generando poca probabilidad en los extremos, o de igual forma una distribución PERT
7	5000	6000		Uniform	Modela una incertidumbre dentro de un límite Max y mínimo, se utiliza cuando se conoce poco sobre el evento de riesgo, en este caso se desconoce el aumento del costo de los materiales
8	50	400	5000	Pert	Debido a que los datos obtenidos tienen valores extremos muy alejados, se optó por usar la distribución PERT, ya que proporciona una menor probabilidad a sus extremos e impide una discontinuidad matemática
9	400	500		Uniform	Modela una incertidumbre dentro de un límite Max y mínimo, se utiliza cuando se conoce poco sobre el evento de riesgo

10	500	1000		Uniform	Modela una incertidumbre dentro de un límite Max y mínimo, se utiliza cuando se conoce poco sobre el evento de riesgo, en este caso se desconoce las consecuencias monetarias de la inexperiencia de los trabajadores
11	200	800	1500	Pert	Aunque su rango de valores no es tan distante, se obtuvo resultados poco recurrentes en los extremos, por lo que se utilizó la distribución PERT para generar más confianza en los valores centrados en el más probable.
12	200	1500	2400	Pert	
13	0	0		Uniform	La inexistencia de datos en estos riesgos genera que el costo adicional sea cero, por lo que cualquier distribución podría asignarse a estos riesgos.
14	0	0		Uniform	
15	100	300	500	Pert	Existe una desconfianza en los datos extremos debido a la redundancia el más probable, por lo que se usó la distribución PERT.
16	100	25000		Uniform	Por la falta de información existente en estos riesgos y la gran incertidumbre, se prosiguió a usar la distribución uniforme, ya que modela una máxima incertidumbre entre un límite mínimo y máximo
17	100	800	3000	Triangular	Los datos obtenidos para este riesgo son de gran confianza en los extremos debido a su redundancia por los entrevistados, por lo que se puede usar la distribución triangular, generando poca probabilidad en los extremos, o de igual forma una distribución PERT
18	200	10000		Uniform	Por la falta de información existente en estos riesgos y la gran incertidumbre, se prosiguió a usar la distribución uniforme, ya que modela una máxima incertidumbre entre un límite mínimo y máximo
19	100	300	5000	Pert	Debido a que los datos obtenidos tienen valores extremos muy alejados, se optó por usar la distribución PERT, ya que proporciona una menor probabilidad a sus extremos e impide una discontinuidad matemática
20	50	120	800	Pert	Aunque su rango de valores no es tan distante, se obtuvo resultados poco recurrentes en los extremos, por lo que se utilizó la distribución PERT para generar más confianza en los valores centrados en el más probable.
21	80	1200	2000	Triangular	Los datos obtenidos para este riesgo son de gran confianza en los extremos debido a su redundancia por los entrevistados, por lo que se puede usar la distribución triangular, generando poca probabilidad en los extremos, o de igual forma una distribución PERT

22	0	0		Uniform	La inexistencia de datos en estos riesgos genera que el costo adicional sea cero, por lo que cualquier distribución podría asignarse a estos riesgos.
23	20	200	500	Pert	Aunque su rango de valores no es tan distante, se obtuvo resultados poco recurrentes en los extremos, por lo que se utilizó la distribución PERT para generar más confianza en los valores centrados en el más probable.
24	100	800		Uniform	Por la falta de información existente en estos riesgos y la gran incertidumbre, se prosiguió a usar la distribución uniforme, ya que modela una máxima incertidumbre entre un límite mínimo y máximo
25	150	1500	2000	Triangular	Los datos obtenidos para este riesgo son de gran confianza en los extremos debido a su redundancia por los entrevistados, por lo que se puede usar la distribución triangular, generando poca probabilidad en los extremos, o de igual forma una distribución PERT
26	200	400	1500	Pert	Aunque su rango de valores no es tan distante, se obtuvo resultados poco recurrentes en los extremos, por lo que se utilizó la distribución PERT para generar más confianza en los valores centrados en el más probable.

ESTIMACIONES EN EL TIEMPO DE DEMORA DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO: LA MOLINA

- **Primer entrevistado**

Nro.	Riesgo	Categoría de Riesgo	Tiempo (semanas de trabajo)		
			(MIN)	MAS PROBABLE	(MAX)
1	No existe un proceso para la adquisición de los materiales de la obra	Administración		0.6	
2	Demora al pago de los proveedores	Administración	0.8	1.0	1.2
3	Atraso del pago a los sub-contratantes	Administración	0.8	1.0	3.0
4	Falta de herramientas y Equipos	Administración	0.6		3.0
5	Control deficiente de los gastos e ingresos del proyecto (pérdida material secundario)	Administración	0.4		2.0
6	Problema contractual con los proveedores o subcontratistas	Administración	0.4	0.6	1.0
7	Incrementos inesperados en los costos de materiales	Administración		0	
8	Sanciones por cuestiones de regulación laboral	Administración		0	
9	Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios, alcantarillado)	Administración	2.0		4.0
10	Inexperiencia del personal de Obra (Ayudantes, Peones, Operarios.)	Producción	0.2	1.0	4.0
11	Falta de coordinación de actividades entre las plantillas de trabajo	Producción	0.2		1.4
12	Alteración de espacios y elementos en los planos	Producción	1.0		2.0
13	Maquinaria en mal estado	Producción	0.4		0.6
14	Indisponibilidad de los materiales requeridos para empezar la construcción	Producción	0.2	0.4	1.0
15	Lluvia abundante en los días de fundición de losas, vigas y columnas.	Producción	0.1		1.0
16	Accidentes de trabajo	Producción	0.2		4.0
17	Falla en la estructura del encofrado.	Producción	0.2		1.0
18	Desastres naturales (sismo)	Producción	0.2	1.0	3.0
19	Paro de actividades por aumento de contagios por COVID	Producción	1.0		4.0

20	Acabados arquitectónicos deficientes (pintura, cerámica, muebles, etc.)	Producción	0.2		1.0
21	Daños o robos a equipos y herramientas	Producción	0.2	1.0	
22	Escasez de mano de obra	Producción	0.4		1.0
23	Procedimientos constructivos convencionales de menor calidad.	Calidad	0.4		2.0
24	Pérdida de material por defectos de fábrica (bloques, cerámicas, tuberías, muebles)	Calidad	0.0		0.2
25	Pruebas de ensayo del concreto que no cumpla con las resistencias.(pistola)	Calidad	1.0		2.0
26	Acero corroído debido a la exposición ambiental.	Calidad	0.2		1.0

- **Segundo entrevistado**

Nro.	Riesgo	Categoría de Riesgo	Tiempo (semanas de trabajo)		
			(MIN)	MAS PROBABLE	(MAX)
1	No existe un proceso para la adquisición de los materiales de la obra	Administración		1.0	
2	Demora al pago de los proveedores	Administración		1.0	
3	Atraso del pago a los sub-contratantes	Administración		1.0	
4	Falta de herramientas y Equipos	Administración	1.0		2.0
5	Control deficiente de los gastos e ingresos del proyecto (pérdida material secundario)	Administración		1.0	
6	Problema contractual con los proveedores o subcontratistas	Administración	0.2		2.0
7	Incrementos inesperados en los costos de materiales	Administración	0	0	
8	Sanciones por cuestiones de regulación laboral	Administración	0	0	
9	Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios, alcantarillado)	Administración	0.8		4.0
10	Inexperiencia del personal de Obra (Ayudantes, Peones, Operarios.)	Producción	1.0		3.0
11	Falta de coordinación de actividades entre las plantillas de trabajo	Producción		1.0	
12	Alteración de espacios y elementos en los planos	Producción		1.0	
13	Maquinaria en mal estado	Producción	0.1		1.0

14	Indisponibilidad de los materiales requeridos para empezar la construcción	Producción	0.1		1.0
15	Lluvia abundante en los días de fundición de losas, vigas y columnas.	Producción	0.1		0.8
16	Accidentes de trabajo	Producción	1.0		3.0
17	Falla en la estructura del encofrado.	Producción		0.4	
18	Desastres naturales (sismo)	Producción		0.8	
19	Paro de actividades por aumento de contagios por COVID	Producción		1.0	
20	Acabados arquitectónicos deficientes (pintura, cerámica, muebles, etc.)	Producción	0.2		0.8
21	Daños o robos a equipos y herramientas	Producción	0.2		0.6
22	Escasez de mano de obra	Producción	0.1		1.0
23	Procedimientos constructivos convencionales de menor calidad.	Calidad	1.0		2.0
24	Pérdida de material por defectos de fábrica (bloques, cerámicas, tuberías, muebles)	Calidad		0.2	
25	Pruebas de ensayo del concreto que no cumpla con las resistencias.(pistola)	Calidad	1.0		1.4
26	Acero corroído debido a la exposición ambiental.	Calidad		0.6	

- **Tercer entrevistado**

Nro.	Riesgo	Categoría de Riesgo	Tiempo (semanas de trabajo)		
			(MIN)	MAS PROBABLE	(MAX)
1	No existe un proceso para la adquisición de los materiales de la obra	Administración	3.0		4.0
2	Demora al pago de los proveedores	Administración	0.8		3.0
3	Atraso del pago a los sub-contratantes	Administración	0.6	2.0	3.0
4	Falta de herramientas y Equipos	Administración		1.0	
5	Control deficiente de los gastos e ingresos del proyecto (pérdida material secundario)	Administración	1.0		2.0
6	Problema contractual con los proveedores o subcontratistas	Administración	1.0		2.0
7	Incrementos inesperados en los costos de materiales	Administración		0	

8	Sanciones por cuestiones de regulación laboral	Administración		0	
9	Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios, alcantarillado)	Administración	1.0		4.0
10	Inexperiencia del personal de Obra (Ayudantes, Peones, Operarios.)	Producción		1.0	
11	Falta de coordinación de actividades entre las plantillas de trabajo	Producción	1.0		1.4
12	Alteración de espacios y elementos en los planos	Producción		2.0	
13	Maquinaria en mal estado	Producción	0.4		1.0
14	Indisponibilidad de los materiales requeridos para empezar la construcción	Producción	0.4		2.0
15	Lluvia abundante en los días de fundición de losas, vigas y columnas.	Producción	0.2	0.4	0.8
16	Accidentes de trabajo	Producción		0.8	
17	Falla en la estructura del encofrado.	Producción		0.4	
18	Desastres naturales (sismo)	Producción		1.0	
19	Paro de actividades por aumento de contagios por COVID	Producción	2.0		4.0
20	Acabados arquitectónicos deficientes (pintura, cerámica, muebles, etc.)	Producción		1.0	
21	Daños o robos a equipos y herramientas	Producción	0.4		1.0
22	Escasez de mano de obra	Producción	1.0		2.0
23	Procedimientos constructivos convencionales de menor calidad.	Calidad			1.0
24	Pérdida de material por defectos de fábrica (bloques, cerámicas, tuberías, muebles)	Calidad		0.0	
25	Pruebas de ensayo del concreto que no cumpla con las resistencias.(pistola)	Calidad	0.6		1.0
26	Acero corroído debido a la exposición ambiental.	Calidad	0.6		1.0

- **Cuarto entrevistado**

Nro.	Riesgo	Categoría de Riesgo	Tiempo (semanas de trabajo)		
			(MIN)	MAS PROBABLE	(MAX)
1	No existe un proceso para la adquisición de los materiales de la obra	Administración	3.0		4.0
2	Demora al pago de los proveedores	Administración		1.0	
3	Atraso del pago a los sub-contratantes	Administración		0.6	
4	Falta de herramientas y Equipos	Administración	1.0		3.0
5	Control deficiente de los gastos e ingresos del proyecto (pérdida material secundario)	Administración		1.0	
6	Problema contractual con los proveedores o subcontratistas	Administración		2.0	
7	Incrementos inesperados en los costos de materiales	Administración		0	
8	Sanciones por cuestiones de regulación laboral	Administración		0	
9	Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios, alcantarillado)	Administración	1.0		3.0
10	Inexperiencia del personal de Obra (Ayudantes, Peones, Operarios.)	Producción		2.0	
11	Falta de coordinación de actividades entre las plantillas de trabajo	Producción	0.2	0.8	1.0
12	Alteración de espacios y elementos en los planos	Producción		2.0	
13	Maquinaria en mal estado	Producción	0.4		1.0
14	Indisponibilidad de los materiales requeridos para empezar la construcción	Producción		0.8	
15	Lluvia abundante en los días de fundición de losas, vigas y columnas.	Producción	0.2		0.4
16	Accidentes de trabajo	Producción		1.0	
17	Falla en la estructura del encofrado.	Producción		1.0	
18	Desastres naturales (sismo)	Producción	1.0		6
19	Paro de actividades por aumento de contagios por COVID	Producción	2.0		4.0
20	Acabados arquitectónicos deficientes (pintura, cerámica, muebles, etc.)	Producción		0.4	
21	Daños o robos a equipos y herramientas	Producción	0.6		1.0
22	Escasez de mano de obra	Producción	0.1		1.0
23	Procedimientos constructivos convencionales de menor calidad.	Calidad		0.4	

24	Pérdida de material por defectos de fábrica (bloques, cerámicas, tuberías, muebles)	Calidad		0.2	
25	Pruebas de ensayo del concreto que no cumpla con las resistencias.(pistola)	Calidad	0.6		2.0
26	Acero corroído debido a la exposición ambiental.	Calidad	0.6		0.8

- **Quinto entrevistado**

Nro.	Riesgo	Categoría de Riesgo	Tiempo (semanas de trabajo)		
			(MIN)	MAS PROBABLE	(MAX)
1	No existe un proceso para la adquisición de los materiales de la obra	Administración		0.4	
2	Demora al pago de los proveedores	Administración		1.4	
3	Atraso del pago a los sub-contratantes	Administración		0.8	
4	Falta de herramientas y Equipos	Administración		2.0	
5	Control deficiente de los gastos e ingresos del proyecto (pérdida material secundario)	Administración		1.0	
6	Problema contractual con los proveedores o subcontratistas	Administración		0.8	
7	Incrementos inesperados en los costos de materiales	Administración		0	
8	Sanciones por cuestiones de regulación laboral	Administración		0	
9	Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios, alcantarillado)	Administración		1.0	
10	Inexperiencia del personal de Obra (Ayudantes, Peones, Operarios.)	Producción	1.0		3.0
11	Falta de coordinación de actividades entre las plantillas de trabajo	Producción	0.4		1.4
12	Alteración de espacios y elementos en los planos	Producción	1.0		1.8
13	Maquinaria en mal estado	Producción	0.2		1.0
14	Indisponibilidad de los materiales requeridos para empezar la construcción	Producción	0.2		0.6
15	Lluvia abundante en los días de fundición de losas, vigas y columnas.	Producción	0.2		1.0
16	Accidentes de trabajo	Producción	0.2		3.0
17	Falla en la estructura del encofrado.	Producción	0.4		0.6

18	Desastres naturales (sismo)	Producción	0.4		4.0
19	Paro de actividades por aumento de contagios por COVID	Producción	1.0		3.0
20	Acabados arquitectónicos deficientes (pintura, cerámica, muebles, etc.)	Producción	0.4		1.0
21	Daños o robos a equipos y herramientas	Producción	0.2		1.0
22	Escasez de mano de obra	Producción		1.0	
23	Procedimientos constructivos convencionales de menor calidad.	Calidad	1.0		2.0
24	Pérdida de material por defectos de fábrica (bloques, cerámicas, tuberías, muebles)	Calidad		0.0	
25	Pruebas de ensayo del concreto que no cumpla con las resistencias.(pistola)	Calidad		1.4	
26	Acero corroído debido a la exposición ambiental.	Calidad		0.6	

- **Sexto entrevistado**

Nro.	Riesgo	Categoría de Riesgo	Tiempo (semanas de trabajo)		
			(MIN)	MAS PROBABLE	(MAX)
1	No existe un proceso para la adquisición de los materiales de la obra	Administración	0.4		0.6
2	Demora al pago de los proveedores	Administración	1.0		2.0
3	Atraso del pago a los sub-contratantes	Administración	0.8	1.0	2.0
4	Falta de herramientas y Equipos	Administración	1.0	2.0	3.0
5	Control deficiente de los gastos e ingresos del proyecto (pérdida material secundario)	Administración	1.0		2.0
6	Problema contractual con los proveedores o subcontratistas	Administración	0.4	0.6	0.8
7	Incrementos inesperados en los costos de materiales	Administración		0	
8	Sanciones por cuestiones de regulación laboral	Administración		0	
9	Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios, alcantarillado)	Administración		0.4	
10	Inexperiencia del personal de Obra (Ayudantes, Peones, Operarios.)	Producción	1.0		3.0
11	Falta de coordinación de actividades entre las plantillas de trabajo	Producción	0.4		1.0

12	Alteración de espacios y elementos en los planos	Producción	1.0		2.0
13	Maquinaria en mal estado	Producción	0.4		0.6
14	Indisponibilidad de los materiales requeridos para empezar la construcción	Producción	0.4	0.6	1.0
15	Lluvia abundante en los días de fundición de losas, vigas y columnas.	Producción	0.4		1.0
16	Accidentes de trabajo	Producción	0.2		3.0
17	Falla en la estructura del encofrado.	Producción		0.2	
18	Desastres naturales (sismo)	Producción	0.8		2.0
19	Paro de actividades por aumento de contagios por COVID	Producción	0.2		2.0
20	Acabados arquitectónicos deficientes (pintura, cerámica, muebles, etc.)	Producción	0.4		1.0
21	Daños o robos a equipos y herramientas	Producción	0.4		1.0
22	Escasez de mano de obra	Producción	0.4		1.0
23	Procedimientos constructivos convencionales de menor calidad.	Calidad	0.4		1.0
24	Pérdida de material por defectos de fábrica (bloques, cerámicas, tuberías, muebles)	Calidad		0.0	
25	Pruebas de ensayo del concreto que no cumpla con las resistencias.(pistola)	Calidad	1.0	2.0	
26	Acero corroído debido a la exposición ambiental.	Calidad			0.6

- **Resumen de los datos recopilados de la demora de los riesgos**

Riesgo Nro.	Tiempo (semanas de trabajo)			Distribución de impacto	Observaciones
	PAR 1	PAR 2	PAR 3		
1	0.4	1.0	4	Pert	Debido a que los datos obtenidos tienen valores extremos muy alejados, se optó por usar la distribución PERT, ya que proporciona una menor probabilidad a sus extremos e impide una discontinuidad matemática
2	0.8	1.0	3.0	Pert	
3	0.6	0.8	3.0	Pert	
4	0.6	2.0	3.0	Pert	
5	0.4	1.0	2.0	Pert	
6	0.2	1.0	2.0	Triangular	Los datos obtenidos para este riesgo son de gran confianza debido a que su rango en los extremos es corto, por lo que se puede usar la distribución triangular, generando paros probabilidad en los extremos, o de igual forma una distribución PERT
7	0	0		Uniform	La inexistencia de demora en estos riesgos genera que el tiempo adicional será cero, por lo que cualquier distribución podría asignarse a estos riesgos.
8	0	0		Uniform	
9	0.4	1.0	4.0	Pert	Debido a que los datos obtenidos tienen valores extremos muy alejados, se optó por usar la distribución PERT, ya que proporciona una menor probabilidad a sus extremos e impide una discontinuidad matemática
10	0.2	1.0	4.0	Pert	
11	0.2	1.0	1.4	Pert	Aunque el rango de valores entre el máximo y el mínimo no es tan significativo, se procedió a usar la distribución PERT debido a la desconfianza de los límites.
12	1.0	2.0		Uniform	Por la falta de información existente en estos riesgos y la gran incertidumbre, se prosiguió a usar la distribución uniforme, ya que modela una máxima incertidumbre entre un límite mínimo y máximo
13	0.1	1.0		Uniform	
14	0.1	0.4	2.0	Pert	Aunque el rango de valores entre el máximo y el mínimo no es tan significativo, se procedió a usar la distribución PERT debido a la desconfianza de los límites.
15	0.1	0.4	1.0	Pert	
16	0.2	1.0	4.0	Triangular	Aunque los rangos son amplios en este riesgos, se tiene gran confianza en los datos extremos debido a la redundancia de los entrevistados en estos valores límite.

17	0.2	0.4	1.0	Triangular	Los datos obtenidos para este riesgo son de gran confianza debido a que su rango en los extremos es corto, por lo que se puede usar la distribución triangular, generando poca probabilidad en los extremos, o de igual forma una distribución PERT
18	0.2	0.8	6.0	Pert	Debido a que los datos obtenidos tienen valores extremos muy alejados, se optó por usar la distribución PERT, ya que proporciona una menor probabilidad a sus extremos e impide una discontinuidad matemática
19	0.2	1.0	4.0	Pert	
20	0.2	0.4	1.0	Pert	Aunque el rango de valores entre el máximo y el mínimo no es tan significativo, se procedió a usar la distribución PERT debido a la desconfianza de los límites y su redundancia en el valor más probable.
21	0.2	1.0		Uniform	Por la falta de información existente en estos riesgos y la gran incertidumbre, se prosiguió a usar la distribución uniforme, ya que modela una máxima incertidumbre entre un límite mínimo y máximo
22	0.1	0.4	1.0	Pert	Aunque el rango de valores entre el máximo y el mínimo no es tan significativo, se procedió a usar la distribución PERT debido a la desconfianza de los límites y su redundancia en el valor más probable.
23	0.4	2.0		Uniform	Por la falta de información existente en estos riesgos y la gran incertidumbre, se prosiguió a usar la distribución uniforme, ya que modela una máxima incertidumbre entre un límite mínimo y máximo
24	0.0	0.2		Uniform	
25	0.6	1.0	2.0	Triangular	Los datos obtenidos para este riesgo son de gran confianza debido a que su rango en los extremos es corto, por lo que se puede usar la distribución triangular, generando poca probabilidad en los extremos, o de igual forma una distribución PERT
26	0.2	0.6	1.0	Pert	Aunque el rango de valores entre el máximo y el mínimo no es tan significativo, se procedió a usar la distribución PERT debido a su redundancia en el valor más probable.

ANEXO 7

DATOS INGRESADOS DE LOS RIESGOS EN EL SOFTWARE: DT SIMULATOR

TABLA DE IMPACTO DE LOS RIESGOS EN EL COSTO DEL PROYECTO

No	Nombre del riesgo	Categoría	Distribución de frecuencia	Param 1	Param 2	Frecuencia	Distribución de severidad	Param 1	Param 2	Param 3	Severidad	Riesgo Total
1	No existe un proceso para la adquisición de los materiales de la obra	Riesgo administrativo	Bernoulli	0.5		1	Pert	1000	3500	4500	3,180.94	3,181
2	Demora al pago de los proveedores	Riesgo administrativo	Binomial	3	0.2	1	Pert	1000	3000	5200	3,881.29	3,881
3	Atraso del pago a los sub-contratantes	Riesgo administrativo	Binomial	2	0.3	1	Pert	800	2000	6500	3,000.91	3,001
4	Falta de herramientas y Equipos	Riesgo administrativo	Poisson	5		3	Pert	1000	2000	3200	1,769.36	5,308
5	Control deficiente de los gastos e ingresos del proyecto (pérdida material secundario)	Riesgo administrativo	Bernoulli	0.4		0	Pert	400	800	6000	431.03	0
6	Problema contractual con los proveedores o subcontratistas	Riesgo administrativo	Bernoulli	0.1		0	Triangular	400	1200	3000	904.28	0
7	Incrementos inesperados en los costos de materiales	Riesgo administrativo	Bernoulli	0.3		0	Uniform	5000	6000		5,135.43	0
8	Sanciones por cuestiones de regulación laboral	Riesgo administrativo	Poisson	3		1	Pert	50	400	5000	2,282.78	2,283

9	Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios, alcantarillado)	Riesgo administrativo	Poisson	4	5	Uniform	400	500		475.93	2,380
10	Inexperiencia del personal de Obra (Ayudantes, Peones, Operarios.)	Riesgo en gestión o ejecución	Bernoulli	0.3	0	Uniform	500	1000		815.35	0
11	Falta de coordinación de actividades entre las plantillas de trabajo	Riesgo en gestión o ejecución	Poisson	3	3	Pert	200	800	1500	1,050.91	3,153
12	Alteración de espacios y elementos en los planos	Riesgo en gestión o ejecución	Poisson	8	10	Pert	200	1500	2400	1,518.41	15,184
13	Maquinaria en mal estado	Riesgo en gestión o ejecución	Bernoulli	0.2	0	Uniform	0	0		0.00	0
14	Indisponibilidad de los materiales requeridos para empezar la construcción	Riesgo en gestión o ejecución	Poisson	4	4	Uniform	0	0		0.00	0
15	Lluvia abundante en los días de fundición de losas, vigas y columnas.	Riesgo en gestión o ejecución	Poisson	3	1	Pert	100	300	500	310.83	311
16	Accidentes de trabajo	Riesgo en gestión o ejecución	Bernoulli	0.3	1	Uniform	100	25000		16,457.46	16,457
17	Falla en la estructura del encofrado.	Riesgo en gestión o ejecución	Bernoulli	0.1	0	Triangular	100	800	3000	1,256.37	0
18	Desastres naturales (sismo)	Riesgo en gestión o ejecución	Bernoulli	0.05	0	Uniform	200	10000		2,133.43	0

19	Paro de actividades por aumento de contagios por COVID	Riesgo en gestión o ejecución	Bernoulli	0.4		0	Pert	100	300	5000	2,240.56	0
20	Acabados arquitectónicos deficientes (pintura, cerámica, muebles, etc.)	Riesgo en gestión o ejecución	Bernoulli	0.3		0	Pert	50	120	800	96.31	0
21	Daños o robos a equipos y herramientas	Riesgo en gestión o ejecución	Poisson	4		4	Triangular	80	1200	2000	605.83	2,423
22	Escasez de mano de obra	Riesgo en gestión o ejecución	Poisson	3		2	Uniform	100	500		462.08	924
23	Procedimientos constructivos convencionales de menor calidad.	Riesgo técnico o de calidad	Bernoulli	0.3		1	Pert	20	200	500	321.88	322
24	Pérdida de material por defectos de fábrica (bloques, cerámicas, tuberías, muebles)	Riesgo técnico o de calidad	Binomial	4	0.1	1	Uniform	100	800		306.80	307
25	Pruebas de ensayo del concreto que no cumpla con las resistencias.(pistola)	Riesgo técnico o de calidad	Bernoulli	0.05		1	Triangular	150	1500	2000	499.62	500
26	Acero corroído debido a la exposición ambiental.	Riesgo técnico o de calidad	Poisson	3		2	Pert	200	400	1500	555.49	1,111

TABLA DE IMPACTO DE LOS RIESGOS EN EL TIEMPO DEL PROYECTO

No	Nombre del riesgo	Categoría	Distribución de frecuencia			Frecuencia	Distribución de severidad			Severidad	Riesgo Total	
			Param1	Param2			Param1	Param2	Param3			
1	No existe un proceso para la adquisición de los materiales de la obra	Riesgo administrativo	Bernoulli	0.5		1	Pert	0.4	1.0	4	1.85	2
2	Demora al pago de los proveedores	Riesgo administrativo	Binomial	3	0.2	0	Pert	0.8	1.0	3.0	1.85	0
3	Atraso del pago a los sub-contratantes	Riesgo administrativo	Binomial	2	0.3	1	Pert	0.6	0.8	3.0	1.67	2
4	Falta de herramientas y Equipos	Riesgo administrativo	Poisson	5		2	Pert	0.6	2.0	3.0	1.93	4
5	Control deficiente de los gastos e ingresos del proyecto (pérdida material secundario)	Riesgo administrativo	Bernoulli	0.4		0	Pert	0.4	1.0	2.0	0.87	0
6	Problema contractual con los proveedores o subcontratistas	Riesgo administrativo	Bernoulli	0.1		0	Triangular	0.2	1.0	2.0	0.89	0
7	Incrementos inesperados en los costos de materiales	Riesgo administrativo	Bernoulli	0.3		1	Uniform	0	0		0.00	0
8	Sanciones por cuestiones de regulación laboral	Riesgo administrativo	Poisson	3		2	Uniform	0	0		0.00	0
9	Problemas con los permisos por parte de la municipalidad (incendios, alcantarillado)	Riesgo administrativo	Poisson	4		2	Pert	0.4	1.0	4.0	1.60	3

10	Inexperiencia del personal de Obra (Ayudantes, Peones, Operarios.)	Riesgo en gestión o ejecución	Bernoulli	0.3		1	Pert	0.2	1.0	4.0	0.75	1
11	Falta de coordinación de actividades entre las plantillas de trabajo	Riesgo en gestión o ejecución	Poisson	3		2	Pert	0.2	1.0	1.4	1.04	2
12	Alteración de espacios y elementos en los planos	Riesgo en gestión o ejecución	Poisson	8		9	Uniform	1.0	2.0		1.05	9
13	Maquinaria en mal estado	Riesgo en gestión o ejecución	Bernoulli	0.2		0	Uniform	0.1	1.0		0.55	0
14	Indisponibilidad de los materiales requeridos para empezar la construcción	Riesgo en gestión o ejecución	Poisson	4		3	Pert	0.1	0.4	2.0	0.33	1
15	Lluvia abundante en los días de fundición de losas, vigas y columnas.	Riesgo en gestión o ejecución	Poisson	3		3	Pert	0.1	0.4	1.0	0.53	2
16	Accidentes de trabajo	Riesgo en gestión o ejecución	Bernoulli	0.3		0	Triangular	0.2	1.0	4.0	3.08	0
17	Falla en la estructura del encofrado.	Riesgo en gestión o ejecución	Bernoulli	0.1		0	Triangular	0.2	0.4	1.0	0.35	0
18	Desastres naturales (sismo)	Riesgo en gestión o ejecución	Bernoulli	0.05		1	Pert	0.2	0.8	6.0	0.44	0
19	Paro de actividades por aumento de contagios por COVID	Riesgo en gestión o ejecución	Bernoulli	0.4		0	Pert	0.2	1.0	4.0	1.87	0

20	Acabados arquitectónicos deficientes (pintura, cerámica, muebles, etc.)	Riesgo en gestión o ejecución	Bernoulli	0.3		0	Pert	0.2	0.4	1.0	0.56	0
21	Daños o robos a equipos y herramientas	Riesgo en gestión o ejecución	Poisson	4		6	Uniform	0.2	1.0		0.35	2
22	Escasez de mano de obra	Riesgo en gestión o ejecución	Poisson	3		1	Pert	0.1	0.4	1.0	0.20	0
23	Procedimientos constructivos convencionales de menor calidad.	Riesgo técnico o de calidad	Bernoulli	0.3		1	Uniform	0.4	2.0		1.38	1
24	Pérdida de material por defectos de fábrica (bloques, cerámicas, tuberías, muebles)	Riesgo técnico o de calidad	Binomial	4	0.1	0	Uniform	0.0	0.2		0.02	0
25	Pruebas de ensayo del concreto que no cumpla con las resistencias.(pistola)	Riesgo técnico o de calidad	Bernoulli	0.05		0	Triangular	0.6	1.0	2.0	1.20	0
26	Acero corroído debido a la exposición ambiental.	Riesgo técnico o de calidad	Poisson	3		3	Pert	0.2	0.6	1.0	0.67	2