



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**LINEAMIENTOS PARA EL ANÁLISIS DE
RIESGO EN EDIFICACIONES
UNIFAMILIARES. BAJO EL ENFOQUE
DEL PMI BASADO EN LA 8ª DIMENSIÓN
PROPUESTA DE BIM.**

Autor: Daniella Guerra
C.I. 25.682.837

Urb. Yuma II, Calle N° 3, Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (Master)



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**LINEAMIENTOS PARA EL ANÁLISIS DE RIESGO EN EDIFICACIONES
UNIFAMILIARES. BAJO EL ENFOQUE DEL PMI BASADO EN LA 8ª
DIMENSIÓN PROPUESTA DE BIM.**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO CIVIL**

Autor: Daniella Guerra
C.I.: 25.682.837
Tutor: Ing. Reynaldo Riveros

San Diego, febrero 2019



FI-L -015-2019-3CR (TG)

Valencia, 04 de diciembre de 2019

Ciudadana:
Guerra D, Daniella.
25.682.837
Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 03-2019 de fecha 06-09-2019 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **LINEAMIENTOS PARA EL ANÁLISIS DE RIESGO EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES BAJO EL ENFOQUE DEL PMI BASADO EN LA 8ª DIMENSIÓN PROPUESTA DE BIM** presentado por usted (es) como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Se ratifica la designación del Ing. Reynaldo Riveros C.I: 5.378.861 como Tutor Académico que la asesorara en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

Prof. Luis Lira

Decano de la Facultad de Ingeniería





REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quién suscribe, Ingeniero Reynaldo Riveros, portador de la cédula de identidad N° 5.378.861, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano Daniella Guerra, portador de la cédula de identidad N° C.I.: 25.682.837, respectivamente, titulado **LINEAMIENTOS PARA EL ANÁLISIS DE RIESGO EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES. BAJO EL ENFOQUE DEL PMI BASADO EN LA 8ª DIMENSIÓN PROPUESTA DE BIM**. Presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 10 días del mes de febrero del año dos mil veinte.

Ing. Reynaldo Riveros

C.I. V-5.378.861



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

San Diego, 10/02/2020

ACTA DE REVISIÓN METODOLÓGICA DEL TRABAJO DE GRADO

Quienes suscriben esta Acta, dejan constancia que el Proyecto de Trabajo de Grado: **LINEAMIENTOS PARA EL ANÁLISIS DE RIESGO EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES. BAJO EL ENFOQUE DEL PMI BASADO EN LA 8ª DIMENSIÓN PROPUESTA DE BIM.** ha sido revisado y, cumpliendo con los requisitos exigidos para su aprobación, recomiendan su tramitación ante el organismo académico correspondiente.

Ing. Reynaldo Riveros

Tutor Académico

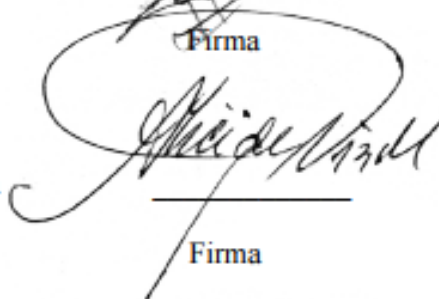

Firma

10-2-20

Fecha

Ing. Alicia de Pizzella

Tutor Metodológico


Firma

10-2-20

Fecha

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pg.
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
RESUMEN	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO	
I. EL PROBLEMA	3
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Formulación del problema	6
1.3. Objetivo de la investigación	6
1.3.1 Objetivo General	6
1.3.2 Objetivos Específicos.....	6
1.4. Justificación	7
1.5. Alcance	8
II. MARCO TEÓRICO	10
2.1. Antecedentes	10
2.2 Bases Teóricas	13
2.2.1. BIM (Building Information Modeling).....	13
2.2.2. Dimensiones Del BIM.....	13
2.2.3. Procesos Tradicionales y Procesos Colaborativos	15
2.2.4. Bases de un proyecto BIM	16
2.2.5. Proceso de Ejecución BIM.....	16
2.2.6. BIM y softwares.....	17
2.2.7. Administración de Riesgos en BIM	17
2.2.8. Desperdicios en BIM por mala gestión	18
2.2.9. PMI (Project Management Institute).....	19

2.2.10. PMBOK (Project Management Body of Knowledge)	20
2.2.11. Gestión De Riesgos Dentro Del PMBOK.....	20
2.2.12. Guía de Fundamentos PMBOK de PMI	20
2.2.13. Proyecto	21
2.2.14. Dirección de Proyectos	22
2.2.15. Oficina de Dirección de Proyectos.....	23
2.2.16. Influencia de la Organización en la Dirección de Proyectos	23
2.2.17. Ciclo de Vida del Proyecto	24
2.2.18. Gestión del tiempo del proyecto	28
2.2.19. Gestión de los costos del proyecto	31
2.2.20. Gestión de la calidad del proyecto	33
2.2.21. Gestión de los riesgos del proyecto.....	34
2.2.22. Desperdicios evitados por la implementación de la guía PMBOK.....	41
2.2.23. El riesgo y la incertidumbre	42
2.2.24. Análisis de riesgo	44
2.2.25. Métodos de Análisis de Riesgos	44
2.2.26. Modelo de Riesgos.....	45
2.2.27. Defectos en los materiales de construcción	46
2.2.28. Acciones degradantes y daños en las edificaciones	48
2.2.29. Daños en la edificación	49
2.3. Definición de términos básicos	54
III.MARCO METODOLÓGICO.....	56
3.1. Tipo de Investigación	56
3.2. Diseño de la investigación	56
3.3. Nivel de la investigación.....	57
3.4. Población y muestra	57
3.5. Técnicas e instrumentación de recolección de datos	58
3.5.1. Microsoft Excel.....	58

3.5.2. Autodesk Revit.....	58
3.5.3. MaPreX	58
3.5.4. Oracle Crystal Ball.....	59
3.6. Técnicas de Análisis.....	59
3.7. Fases Metodológicas	59
IV. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	61
FASE I. Diagnosticar el análisis de riesgo en edificaciones unifamiliares bajo el enfoque del PMI.....	61
4.1.1. Entrevistas	61
4.1.2. Vivienda a analizar.....	64
4.1.3. Planificación.....	65
FASE II “Analizar las variables dentro del diagnóstico de análisis de riesgo en edificaciones unifamiliares utilizando la metodología BIM.”	66
4.2.1. Identificación de Riesgos	66
4.2.2. Análisis cualitativo y cuantitativo.....	68
4.2.3. Acciones y medidas para los riesgos analizados.....	70
FASE III “Realizar un estudio comparativo sobre los fundamentos dentro de la tecnología BIM en la octava etapa propuesta y del modelo PMI para gestión de proyectos.”	74
4.3.1. Riesgos en la metodología BIM y la guía PMBOK.....	74
4.3.2. Semejanzas y diferencias entre la metodología BIM y la guía PMBOK.....	75
FASE IV “Elaborar lineamientos para la realización de análisis de riesgo ajustados a la octava etapa propuesta de la tecnología BIM basado en el uso de un modelo PMI para edificaciones unifamiliares en el Estado Carabobo.”	77
4.4.1. Lineamientos para la gestión de riesgos de viviendas unifamiliares.	77
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	79
5.1. Conclusiones.....	79
5.2. Recomendaciones.....	80
REFERENCIAS	83

APÉNDICE A

Presupuesto estimado realizado en MaPrex, se pueden visualizar el detalle, días estimados y costos de cada una de las partidas..... 85

APÉNDICE B

Diagrama de Gantt elaborado en Microsoft Excel utilizando como base los días hábiles estimados en MaPreX..... 92

APÉNDICE C

Datos para el análisis cuantitativo de los riesgos en la fase constructiva para la elaboración de una Simulación de Monte Carlo..... 101

APÉNDICE D

Simulación de Monte Carlo realizada en el programa Oracle Crystal Ball. Determinación de Frecuencia esperada de gasto y análisis de sensibilidad de probabilidad e impacto. 95

APÉNDICE E

Propuesta de lineamientos para la gestión de riesgos de viviendas unifamiliares 106

APÉNDICE F

Planilla para informe de la gestión de riesgo. 141

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	CONTENIDO	Pg.
1	Proceso Tradicional	15
2	Proceso Colaborativo	15
3	Mapa de procesos	16
4	Niveles típicos de costo y dotación de personal en una estructura genérica del Ciclo de Vida del Proyecto.....	25
5	Ejemplo de ciclo de vida predictivo.....	26

6	Ejemplos de adelanto y retraso.....	29
7	Componentes del presupuesto de un proyecto.....	32
8	Relaciones Fundamentales entre el Aseguramiento de la Calidad y el Control de la Calidad e IPECC, PDCA, Costo de los Modelos de Calidad y Grupos de Procesos para la Dirección de Proyectos.....	34
9	Matriz FODA.....	37
10	Matriz de Probabilidad e Impacto.....	39
11	Estructura de desglose de riesgos	43
12	Pasos para desarrollo de modelo de riesgo.....	46
13	Aspectos que deben cuidarse en el diseño de una estructura esencial.....	48
14	La calidad física y funcional de las obras.....	49
15	La degradación de las obras.....	49
16	Fisuras.....	52
17	Vista en 3D de vivienda tipo unifamiliar.....	64
18	Vista de planta de vivienda tipo unifamiliar.....	64
19	Diagrama de Gantt.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

TABLAS	CONTENIDO	Pg.
1	Riesgos a considerar	66-67
2	Registro de riesgos y cálculo de magnitud de cada uno cualitativamente.....	68-69
3	Registro de riesgos y cálculo de magnitud de cada uno cuantitativamente	69-70
4	Acciones y medidas recomendadas para los riesgos analizados...	70-74

5	Semejanzas y diferencias entre la metodología BIM y la guía PMBOK.....	75-77
---	--	-------



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

LINEAMIENTOS PARA EL ANÁLISIS DE RIESGO EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES. BAJO EL ENFOQUE DEL PMI BASADO EN LA 8ª DIMENSIÓN PROPUESTA DE BIM.

Autor: Daniella Guerra

Tutor Académico: Ing. Reynaldo Riveros

Fecha: Febrero, 2020

RESUMEN

Esta investigación se basó en la elaboración de lineamientos para el análisis de riesgo en edificaciones unifamiliares bajo el enfoque del PMI fundamentada en la octava dimensión propuesta de BIM, referente a la seguridad y salud ocupacional, dando un enfoque a los riesgos locales que estadísticamente poseen una mayor probabilidad de ocurrencia en edificaciones unifamiliares y que pueden causar pérdidas económicas, retrasos en la ejecución de actividades y disminución en la calidad referente a las etapas de construcción y funcionamiento de la obra. Se recopiló información previa sobre procesos de análisis de riesgo basados en la tecnología BIM y modelos PMI, dicha información y fundamentos se estudiarán junto a las variables relevantes para la realización de análisis de riesgo con el uso de tecnología BIM basada en un modelo PMI en edificaciones unifamiliares en el Estado Carabobo, con la finalidad de elaborar lineamientos básicos que permitan la realización de análisis de riesgo ajustados a la octava propuesta BIM basado en el Estado Carabobo.

Descriptores: BIM, análisis de riesgo, modelo PMI, octava dimensión, lineamientos.

INTRODUCCIÓN

Durante el proceso constructivo, en la industria de obras civiles la tasa de incidentes en el lugar de trabajo, generalmente, es aproximadamente el doble del promedio que en las demás industrias, durante la vida útil de una edificación, las buenas técnicas de control de obra, los materiales a utilizar y procedimientos constructivos, garantizan la buena calidad y la seguridad del proyecto, y con el paso del tiempo permite garantizar que los diferentes agentes externos que producen daños y accidentes en las etapas de construcción y ejecución del proyecto, no afecten de manera crítica dichas etapas.

Hoy en día Venezuela tiene una gran problemática con la calidad con la que se ejecutan trabajos de obras civiles, ya que no se garantiza la seguridad del personal involucrado en la construcción de una obra civil y en última instancia del usuario que sirve en ella. Además, el proceso de planificación de obras se ve afectado por los constantes cambios que se producen en el país debido a la crisis económica y política.

En una construcción existen diferentes tipos de riesgos, clasificados en internos y externos. Para los riesgos internos se consideraron riesgos locales, donde se destacan los riesgos de trabajo, en sitio, de materiales y de personal técnico y obrero, riesgos globales, referentes a los riesgos en el proceso constructivo, en el diseño, organizacionales, medioambientales, entre otros. Los riesgos externos contienen los riesgos que no pueden ser previstos, como lo son los riesgos sociales, económicos, físicos, políticos y cambio tecnológico.

En esta investigación se busca dar una respuesta que permita disminuir algunos riesgos locales, específicamente en los riesgos dados a los recursos y a la construcción de la edificación en sí, con el objetivo de ejecutar un proyecto en su fase constructiva, analizando los riesgos negativos que estadísticamente son más propensos a sufrir las edificaciones unifamiliares y precisando como objetivo de la investigación la elaboración de lineamientos básicos para la realización de análisis de riesgo en edificaciones unifamiliares. bajo el enfoque del PMI basado en la 8ª dimensión

propuesta de BIM. Dicha dimensión se basa directamente en la disminución de Riesgos Administrativos, Riesgos de Operación, Riesgos medioambientales y Riesgos por seguridad laboral. Para este trabajo de grado, se tomaron en cuenta los riesgos relacionados con la parte operacional de la construcción de una vivienda unifamiliar, formando parte dentro de los riesgos locales. De esta manera establecer una referencia de entrada, presentada de forma práctica en cuanto a aplicabilidad de la octava dimensión de BIM.

El presente trabajo de investigación se desglosa en cuatro capítulos:

El Capítulo I está compuesto por el planteamiento y formulación del problema, a su vez, se presentan tanto el objetivo general como los específicos, además de la justificación y alcance del presente trabajo de investigación.

El Capítulo II, en el cual se establece el Marco Teórico, se presentan los antecedentes de esta investigación, además de las bases teóricas que sustentan el presente trabajo y términos básicos.

El Capítulo III, se compone del Marco Metodológico, donde se determina el tipo, diseño y nivel del presente trabajo de investigación, también se determina la población y muestra junto a las técnicas e instrumentos de recolección de datos, las técnicas de análisis y, por último, se reflejan las fases metodológicas referentes a la ejecución de esta investigación.

El Capítulo IV expone lo realizado en cada una de las fases metodológicas del proyecto, es decir, en cada uno de los objetivos específicos planteados en el presente trabajo de investigación de investigación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La construcción de obras civiles es una de las actividades más antiguas donde participa el ser humano. Todo comenzó cuando se crearon edificios con la finalidad de que permanecieran estables durante las distintas estaciones de tiempo. Al inicio se construyeron refugios para que las personas fueran capaces de adaptarse a una amplia variedad de climas. Esos espacios, con el tiempo entraron en obsolescencia y no solo fueron utilizados como refugios, sino también como hogares e incluso como almacenes de comida, los cuales duraban unos pocos días o meses.

En la actualidad, el constante deseo de adaptación a nuevos tiempos y tecnologías, ha permitido que las técnicas utilizadas a lo largo de la historia se modifiquen con la finalidad de mejorar los procesos de construcción de dichas obras. Esto ha traído que distintas instituciones y empresas canalicen sus esfuerzos a la creación de modelos de gestión de proyectos sofisticados, como es el caso del PMI (Project Management Institute), dedicada al estudio y promoción de la Dirección de Proyectos que orienten la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo, proponiendo procesos que se han demostrado ser efectivos. En la Dirección de Proyectos del PMI desarrolló la “Guide to the Project Management Body of Knowledge” (PMBOK Guide), donde se establecen los estándares que orientan la gestión de proyecto, a su vez definen lo que se considera como el método del PMI.

La gestión de proyectos debe aplicar conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas con el objetivo de cumplir los requisitos necesarios para la realización de un proyecto. La metodología BIM (Building Information Modeling) es una herramienta que posibilita el trabajo colaborativo de cierta cantidad de técnicos que se requieran a lo largo de la totalidad del ciclo de vida de un proyecto, abarcando las tres fases

generales de un proyecto, la cuales son: diseño, construcción y mantenimiento. Dichas fases de los proyectos, unidas a la deconstrucción de la edificación, pueden elaborarse a lo largo de 7 etapas definidas dentro de la metodología BIM.

Comúnmente estas etapas se definen como 7 dimensiones que van desde el origen de un proyecto, hasta el desmantelamiento o modificación del mismo en un futuro. La etapa 1D se refiere a la idea inicial del proyecto, la etapa 2D implica la creación de un boceto bidimensional de dicho proyecto, la etapa 3D es el modelo gráfico tridimensional, la etapa 4D se refiere al tiempo de diseño, ejecución y mantenimiento del proyecto, la etapa 5D se establecen los costos en cada una de las etapas, la etapa 6D se abarca la sostenibilidad del proyecto, la etapa 7D trata la gestión de proyecto cumpliendo el ciclo de vida al cual fue diseñado.

El desarrollo de los pasos 3D, 4D, 5D y la aplicación de los mismos en la etapa 6D; implican siempre una posibilidad de ocurrencia de eventos no esperados, es así que, al considerar estos eventos en los escenarios de ejecución de una obra, generarían costos que no han sido previstos en la etapa de proyecto (1D a 5D) que al no ser estudiados teniendo una posibilidad de ocurrencia, generaran gastos que deberá ser incluido como un apartado que no pueda afectar la ejecución de la obra. De este modo se deberá estudiar las posibles ocurrencias de riesgos para así determinar los recursos que puedan cubrir las necesidades que requiera la obra.

Desde sus inicios, en todo proyecto de construcción se trazan objetivos y metas a cumplir, donde se programan con el fin de controlar los tiempos y procesos, para poder así dar por terminado el proyecto en el tiempo determinado, con las especificaciones acordes a la naturaleza del mismo. Generalmente, esto no ocurre de acuerdo a lo estipulado debido a que se presentan percances que atrasan o perjudican lo programado, estos inconvenientes pueden ser de tipo jurídico, económico, entre otros; problemas que de una u otra forma afectan al costo y tiempo de ejecución del proyecto.

Los riesgos se clasifican haciendo referencia al nivel de incertidumbre que por debajo se aceptarían los riesgos y por encima no se estaría dispuesta a tolerar, porque afectaría significativamente los objetivos del proyecto como alcance, cronograma, costo y utilidad. La Gerencia de riesgo es la encargada de llevar a cabo la planificación de la gestión, así como también, la identificación, el análisis, la planificación de respuestas, seguimiento y control en un proyecto.

“Una planificación cuidadosa y explícita mejora la probabilidad de éxito de los otros procesos de gestión de riesgos. La planificación también es importante para proporcionar los recursos y el tiempo suficientes para las actividades de gestión de riesgos y para establecer una base acordada para la evaluación de riesgos.” (Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Project Management Institute, Inc., 2013, pp. 309-310)

Los proyectos de la construcción a menudo son afectados por riesgos externos que las metodologías tradicionales no toman en cuenta, de manera correcta, al momento de planificar o gestionar un proyecto. Hoy en día la industria de la construcción es considerada una de las más ineficientes y con mayores pérdidas en los procesos de diseño, gestión y administración de la vida útil de una edificación, es por esto que se busca la implementación de nuevas metodologías que incluyan nuevas tecnologías como el BIM o el método del PMI con la finalidad de mejorar las estadísticas de la industria, identificando riesgos, y administrando de manera correcta los riesgos para minimizar el impacto de dichos riesgos sobre el proyecto.

La Gestión de los Riesgos del Proyecto incluye los procesos relacionados con llevar a cabo la planificación de la gestión, la identificación, el análisis, la planificación de respuesta a los riesgos, así como su monitoreo y control en un proyecto. Los objetivos de la Gestión de los Riesgos del Proyecto son aumentar la probabilidad y el impacto de eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de eventos negativos para el proyecto.

Según PMBOK, los riesgos de un proyecto se ubican siempre en el futuro. Un riesgo es un evento o condición incierta que, si sucede, tiene un efecto, deseado o no, en por lo menos uno de los objetivos del proyecto. Los objetivos pueden incluir el

alcance, el cronograma, el costo y la calidad. Un riesgo puede tener una o más causas y, si sucede, uno o más impactos. Una causa puede ser un requisito, un supuesto, una restricción o una condición que crea la posibilidad de consecuencias tanto negativas como positivas.

Debido a que, comúnmente, en el desarrollo de la ejecución de obras se ha conseguido la ocurrencia de eventos que no han sido considerados dentro de las actividades, donde muchos proyectos no se llevan a cabo exitosamente dentro del presupuesto y la programación estipulados inicialmente, causando pérdidas económicas para las empresas constructoras y de igual manera para el ente contratante, es por eso que se pretende realizar un estudio que permita la generación de lineamientos básicos que faciliten el tomar en cuenta todos los aspectos de riesgo negativo o riesgos positivos de alto costo que estadísticamente poseen una mayor probabilidad de ocurrencia en una edificación para que de ésta forma no se desvíen recursos que pueden causar retrasos y perdidas económicas en la ejecución y el funcionamiento de las obras que permita hacer una gestión efectiva de los riesgos que pueden afectar directa o indirectamente los proyectos.

1.2. Formulación del problema

¿Qué variables pueden ser consideradas para el análisis de riesgo en edificaciones unifamiliares bajo el enfoque del PMI?

1.3. Objetivo de la investigación

1.3.1 Objetivo General

- Proponer lineamientos para el análisis de riesgo en edificaciones unifamiliares. bajo el enfoque del PMI basado en la 8ª dimensión propuesta de BIM.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar el análisis de riesgo en edificaciones unifamiliares bajo el enfoque del PMI.
- Analizar las variables dentro del diagnóstico de análisis de riesgo en edificaciones unifamiliares utilizando la metodología BIM.

- Realizar un estudio comparativo sobre los fundamentos dentro de la tecnología BIM en la octava dimensión propuesta y del modelo PMI para gestión de proyectos.
- Elaborar una propuesta de lineamientos para la realización de análisis de riesgo ajustados a la octava etapa propuesta de la tecnología BIM basado en el uso de un modelo PMI para edificaciones unifamiliares en el Estado Carabobo.

1.4. Justificación

Ésta investigación tiene como objetivo recopilar información, implementar nuevas tecnologías y analizar los riesgos que pueden ocurrir a lo largo de una obra, con el objetivo final de elaborar lineamientos básicos para la evaluación de los riesgos que pueden influir en la ejecución de un proyecto.

La importancia de esta investigación radica en el impacto que poseen los análisis de riesgo en la gestión eficiente de un proyecto, ya que al prevenir los posibles retrasos, accidentes o inconvenientes en una obra se pueden diseñar planes para la resolución de cualquier tipo de problema que surgen dentro de los análisis de riesgo. En el caso de la ocurrencia de un accidente laboral, se debe prever posibles indemnizaciones a la persona o la familia afectada, o retrasos en la obra por investigaciones posteriores con el objetivo de ajustar el presupuesto y la fecha de entrega de un proyecto.

Los lineamientos, deben estar en concordancia con las nuevas tecnologías, para facilitar la comunicación y el entendimiento entre todo el personal capacitado que tenga relevancia en el proyecto, con el objetivo de mejorar la eficiencia del equipo encargado en la ejecución de dicho proyecto con el uso de la tecnología BIM basados en modelos PMI para la gestión de proyectos de manera eficaz. Con ayuda de la gestión de proyectos, se pueden conocer los impactos, riesgos y sus respectivas medidas definitivas que permitan la ejecución de la obra de construcción, pues su intención es realizar una adaptación, según las condiciones de riesgo, que garantice una ejecución exitosa del proyecto, a tiempo y según las condiciones financieras dadas. Por esto, la gestión integral del riesgo se convierte en una alternativa que permite enfrentar los

retos, facilitando la toma de mejores decisiones. A su vez permite evaluar y dirigir riesgos que pueden aparecer en un proyecto real, obteniendo resultados predecibles y efectivos, mediante la utilización de lineamientos para la gestión de riesgos como los que propone el PMI.

1.5.Alcance

En el presente proyecto de grado se abordarán los parámetros que se deben tomar en cuenta para determinar de manera correcta un análisis de riesgo aplicado en edificaciones unifamiliares utilizando un modelo PMI, que servirá para determinar los costos asociados en la gestión de riesgo y los recursos requeridos para afrontar los riesgos.

Se ha observado que la falta de planificación de ciertas actividades genera atrasos que por medio de la gestión de riesgo se pueden desarrollar satisfactoriamente mediante un análisis de las variables potencialmente negativas. La gerencia de proyecto no se encarga de eliminarlos sino de:

“Aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos negativos” (Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Project Management Institute, Inc., 2013, pp. 309-310).

La creciente aceptación de la Gestión de Proyectos indica que la aplicación de conocimientos, procesos, habilidades, herramientas y técnicas adecuados puede tener un impacto considerable en el éxito de un proyecto. El objetivo de la Gestión de Riesgos es reducir diferentes riesgos relativos a un ámbito preseleccionado a un nivel aceptado por la sociedad. Puede referirse a numerosos tipos de amenazas causadas por el medio ambiente, la tecnología, los seres humanos, las organizaciones y la política. También involucra todos los recursos disponibles por los seres humanos o, en particular, por una entidad de manejo de riesgos.

Por ésta razón, se elaborarán lineamientos básicos propuestos para la aplicación de la etapa BIM propuesta 8D de un proyecto que está basado en un modelo PMI y así recopilar todos los riesgos negativos que poseen una probabilidad de ocurrencia mayor

y son relevantes a ser considerados en la elaboración de dichos lineamientos aplicados al proceso constructivo de edificaciones unifamiliares. Para este proyecto no se evaluarán los riesgos laborales o medioambientales a profundidad, sino que se realizará un plan de gestión de riesgos locales y operacionales donde se enfatizan los riesgos de procedimiento constructivo, materiales, equipos y condiciones del sitio, donde existirá un aumento de calidad del proyecto a ejecutar al prever pérdidas económicas y prevenir los posibles retrasos. Considerando que para la presente investigación se llevará a cabo dentro de todos los riesgos los inherentes a un proceso constructivo, se consideró un proyecto que contenga previamente un presupuesto y un cronograma de obra.

La Octava dimensión propuesta de la metodología BIM habla de la disminución de accidentes y salud ocupacional, haciendo referencia a las consecuencias sobre los peligros durante el proceso constructivo. Para este trabajo de grado se plantea la necesidad de evaluar en esta dimensión, también, la evaluación de riesgos, tanto en nuevas construcciones como en la rehabilitación de estructuras existentes, es por esto que se explicará un enfoque dirigido a los riesgos en el proceso constructivo de una edificación, específicamente en la parte operacional del mismo, tomando en cuenta los recursos y las condiciones del procedimiento constructivo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010) afirma que es necesario conocer los antecedentes (estudios, investigaciones y trabajos anteriores), especialmente si uno no es experto en los temas o tema que vamos a tratar o estudiar, afirmando que conocer lo que se ha hecho con respecto a un tema ayuda a: No investigar sobre algún tema que ya se haya estudiado a fondo, a estructurar más formalmente la idea de investigación, a seleccionar la perspectiva principal desde la cual se abordará la idea de investigación.

Anteriores investigaciones han presentado modelos de gestión de riesgo como es el caso de la investigación realizada por Romero J. y Aguilera S., (2014) titulada: **“Formulación de un modelo de Gestión del Riesgo para proyectos de construcción de vivienda en altura en la Ciudad de Bogotá, bajo los lineamientos del Project Management Institute (PMI)”**, para optar al título de Ingeniero Civil en la Universidad La Salle en Colombia. El objetivo del trabajo es minimizar los riesgos en la obra, usando de base a CONINSA RAMÓN H. la cual es una empresa que tiene por actividad comercial la planeación, diagramación y ejecución de bienes raíces, está interesada en la implementación de los lineamientos del PMI, como estrategia de aminoramiento de proyectos con programación y planeación defectuosa, que ha generado desgastes innecesarios en la organización empresarial.

Debido a la no implementación de un procedimiento estándar para la gestión de riesgos, como el PMI u otro, los proyectos de construcción dentro de CONINSA RAMON se desenvuelven bajo una incertidumbre considerable, haciendo complicado controlar algunas variables internas y externas que afectan el desempeño en tiempo y costo principalmente. Por lo anterior, se ha vuelto cada vez más importante el uso de

herramientas administrativas que nos permitan controlar dichas variables, y de esta forma minimizar la incertidumbre en proyectos que involucran grandes inversiones de dinero.

Además, otras investigaciones han presentado propuestas de cómo implementar la planificación de gestión de riesgo en industrias, como es el caso de la investigación realizada por García P. y Morales S., (2017) titulada: **“Propuesta de implementación de la gestión de la planificación para proyectos en base a los lineamientos del PMBOK del PMI, para la reducción de costos de una empresa de proyectos industriales y mineros”**, para optar al título de Ingeniero Industrial en la Universidad Católica San Pablo, en Colombia. Dicha investigación establece que la gestión de proyectos considera como proceso fundamental la planificación, con la que se pretende dar una idea de todo el trabajo, aprovechando, de la mejor manera, los recursos de la organización. Para estos procesos es necesario contar con personal con experiencia, procesos estandarizados a la gestión y una tecnología adecuada. Con esta necesidad y con los problemas de sobrecostos que enfrenta una organización por falta de planificación se desarrolla el siguiente estudio en base a lo propuesto por el PMI (Project Management Institute), con el objetivo de proponer un conjunto de buenas prácticas para la gestión de la planificación, buscando la estandarización en el desarrollo de proyectos. Del análisis realizado y con la participación de expertos, se desarrolla la propuesta en base a los 47 procesos propuestos por la Guía del PMBOK, considerando solo los que realmente necesita una empresa del rubro, logrando finalmente documentar la propuesta, teniendo en cuenta los beneficios logrados, no solo cualitativos, sino también beneficios cuantitativos, resultando estos últimos atractivos para la organización.

Existen investigaciones que presentan como la gestión de proyectos reducen los efectos negativos de la construcción durante la vida útil de una edificación, como es el caso de la investigación realizada por Rudas L. (2017) titulada: **“Modelo de gestión de riesgos para proyectos de desarrollo tecnológico”**, para optar al título de

Ingeniero Civil en el Centro de Tecnología Avanzada, en México. El objetivo de dicho trabajo de grado es desarrollar un modelo de Gestión de Riesgos para la empresa Industrial Automation México que integre herramientas orientadas a la prevención y control de eventos negativos que puedan afectar los objetivos de los proyectos reflejados en desviaciones de tiempo, costo y calidad.

Las características principales del Modelo propuesto son una compilación de las mejores prácticas estudiadas, alineado a las características de la empresa. El modelo propuesto cuenta con una estructura basada en procesos que contempla elementos de entrada, actividades y resultados, los cuales se documentan en un procedimiento y plantillas que permiten registrar los datos generados en la aplicación del modelo propuesto.

Por último, existen investigaciones que presentan como la gestión de proyectos mejoran a estimación de presupuestos de inversión ante riesgos e incertidumbres, como es el caso de la investigación realizada por Castañeda C. (2015) titulada: “**Gestión de riesgos en el planteamiento de actividades de proyectos en obras civiles**”, para optar al título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos en Perú. Éste trabajo de grado tiene el objeto de incorporar en la estimación del presupuesto de inversión los riesgos e incertidumbres a los cuales el proyecto está expuesto, como las incertidumbres de las condiciones reales del terreno, variabilidad de precios según las condiciones de mercado, ocurrencia de eventos climáticos, sociales, operacionales, naturales, entre otros.

Se ha desarrollado la metodología para incorporarlos en el costo de inversión y establecer un costo de inversión probabilístico, donde los posibles valores que pueda alcanzar el presupuesto están asociados a una probabilidad de ocurrencia.

Con la utilización de la aplicación Oracle Crystal Ball se procesaron múltiples iteraciones en la que cada parte de obra tomó distintos valores posibles en concordancia con su correspondiente función de distribución probabilística.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1. BIM (Building Information Modeling)

El modelado de información de construcción (también llamado modelado de información para la edificación), es el proceso de generación y gestión de datos de un edificio durante su ciclo de vida, utilizando aplicaciones dinámicas de modelado de edificios en tres dimensiones y en tiempo real, para disminuir la pérdida de tiempo y recursos en el diseño y la construcción. Este proceso produce el modelo de información del edificio (también abreviado BIM, por su acrónimo en inglés), que abarca, y concierne, la geometría del edificio, las relaciones espaciales, la información geográfica, así como las cantidades y las propiedades de sus componentes.

BIM puede ser utilizado para ilustrar el proceso completo de edificación, de mantenimiento e incluso de demolición. Cantidades de materiales y propiedades compartidas pueden ser extraídas fácilmente. Además, ámbitos laborales, detalles de componentes y secuencias de actividades de construcción pueden ser aislados y definidos.

2.2.2. Dimensiones Del BIM

Primera dimensión: la idea. todo proyecto implantado de acuerdo a la metodología BIM parte de una idea inicial. en esta primera dimensión se incluirían actuaciones tales como la determinación de la localización y las condiciones iniciales de la estructura.

Segunda dimensión: el boceto. tras la fase inicial, se procede a la preparación de la fase de boceto, en la cual se determinan las características genéricas del proyecto. forman parte de esta fase la preparación de la modelización mediante el software BIM, el planteamiento de los materiales, la definición de las cargas estructurales, la determinación de la dimensión energética del proyecto y el establecimiento de las bases para la sostenibilidad de general de éste.

Tercera dimensión: el modelo gráfico tridimensional. una vez recopilada la totalidad de la información respectiva a las dos primeras dimensiones, es momento de proceder a la modelización geométrica de la infraestructura en formato 3D.

Cuarta dimensión: el tiempo. he aquí la principal seña de identidad que caracteriza y diferencia a BIM de otras metodologías y/o softwares de trabajo tradicionales: el dinamismo. frente a los modelos de proyecto puramente estáticos en la realidad, la metodología BIM aporta una nueva dimensión temporal.

Quinta dimensión: el coste. esta fase comprende el análisis y estimación de los costes del proyecto, además de su control a medida que este avance o se vea modificado. al integrar BIM información detallada de cada una de los elementos integrantes, es relativamente sencillo generar informes presupuestarios en cualquier momento de la vida de la infraestructura.

Sexta dimensión: el análisis de sostenibilidad. se trata del planteamiento y simulación de las alternativas contingentes y analizarlas, a fin de determinar cuál de ellas es más adecuada para ser llevada a cabo.

Séptima dimensión: la gestión del ciclo de vida. BIM representa un entorno de gestión en el que se localiza y organiza información referente a una infraestructura a lo largo de toda su vida útil.

Luego de visitas y ponencias en varios Simposios y Congresos sobre BIM, en diferentes ciudades de Europa y Estados Unidos, el Venezolano Leonardo Mata, Ingeniero Civil, egresado de la UCV y CEO de la empresa Datalaing, propuso tres nuevas dimensiones que, a pesar de no haber sido reconocidas aún de manera formal, ya son consideradas como aprobadas a nivel internacional. De dichas dimensiones propuestas se encuentra la referente a la investigación a realizar, y se describe a continuación.

Octava dimensión: disminución de accidentes y salud ocupacional. La incorporación de las medidas preventivas desde la etapa de diseño genera inmediatamente consecuencias sobre los peligros durante el proceso constructivo. Ante

los avances y nuevas aplicaciones del BIM, se plantea la necesidad de crear esta dimensión específica del BIM, denominada “evaluación de riesgos”, tanto en nuevas construcciones como en la Rehabilitación de infraestructuras existentes.

2.2.3. Procesos Tradicionales y Procesos Colaborativos

Antes de la llegada de BIM, la construcción se organizaba de forma individualista: cada miembro del proyecto se ocupaba de su interés, dejando al proyecto en segundo plano. A su vez las faltas de coordinación entre los agentes intervinientes generaban ineficiencias en el proyecto, generando mayores costes y prolongando los plazos (Ver Figura 1)



Figura 1. Proceso tradicional.

Fuente: Integrated Project Delivery

BIM permite la implementación de un sistema o proceso colaborativo, donde toda la ejecución del proyecto se realiza conjuntamente, y así lograr la comunicación entre todas las partes de los avances en cada una, o todas, las etapas de ejecución del mismo. Esto permite que todos los interesados, desde el cliente hasta el constructor, observen el diseño y construcción del proyecto en tiempo real, con el objetivo de verificar que la obra se ejecute correctamente con los menores riesgos o fallas posibles. (Ver Figura 2)

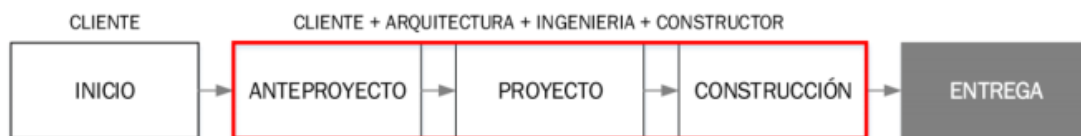


Figura 2. Proceso colaborativo.

Fuente: Integrated Project Delivery

2.2.4. Bases de un proyecto BIM

Existen 3 principios básicos, que se consideran como bases para implementar de manera correcta la metodología BIM:

Procesos: Debe haber una modificación en los procesos habituales para lograr el éxito de la aplicación BIM. Estos cambios pueden ser desde la innovación donde se plantea un cambio radical en la organización; o a través de la mejora continua realizando pequeños cambios usando las herramientas y procesos actuales para obtener pequeñas mejoras.

Tecnología: Es importante determinar previamente a la utilización de BIM en que medida esta tecnología mejora la forma de trabajo habitual para así poder decidir cuál de todas ellas implementar. Para ello hay tres enfoques que ayudan a seleccionar la herramienta más adecuada para la empresa.

Comportamiento: Es fundamental para adoptar este tipo de tecnología estar abierto al cambio.

2.2.5. Proceso de Ejecución BIM

Diseño. Primero se desarrolla un mapa general que muestra la secuencia y la interacción entre los principales usos BIM en el proyecto. Esto permite comprender claramente a todos los miembros del equipo el proceso BIM general, identificar los intercambios de información que se compartirán entre múltiples partes y definir claramente los distintos procesos que se realizarán para los usos BIM identificados.

(Ver Figura 3)



Figura 3. Mapa de procesos.

Fuente: BIM Project Execution Plan

Identificación. El paso final en el Procedimiento de planificación de la ejecución del proyecto BIM es identificar y definir la infraestructura del proyecto necesaria para implementar efectivamente BIM según lo planificado.

2.2.6. BIM y softwares

Es muy importante aclarar que BIM no es un software, pero sí se sirve de ellos. BIM es la tecnología, una maqueta digital que conforma una gran base de datos y permite gestionar los elementos que forman parte de la infraestructura durante todo el ciclo de vida de la misma, mientras que los softwares son las herramientas que nos permiten crear el modelo e intercambiar la distinta información del mismo.

Un modelo virtual se desarrolla para unos objetivos acordados previamente por lo que es necesario antes de iniciar un modelo, definir una estrategia según las necesidades del proyecto, decidiendo así que software conviene utilizar y que se debe modelar y que no.

Existen diferentes softwares para diferentes usos por lo que se desarrolló una plataforma de interoperabilidad entre dichos softwares con el fin que no existan programas aislados en los que se exportan/importan archivos. Este intercambio entre plataformas se conoce como Open BIM y permite el intercambio de información en formatos abiertos IFC (Industry Foundation Classes).

La potencia de esta tecnología reside en la transferencia de estas bases de datos desde unos softwares a otros, realizando en cada una de las aplicaciones informativas un tratamiento distinto de la información y aportando valor al proyecto.

2.2.7. Administración de Riesgos en BIM

Building Information Modeling (BIM) es uno de los temas más comentados hoy en día por los profesionales del mundo de la construcción debido a la forma revolucionaria de desarrollar proyectos que son entregados en tiempo, en presupuesto y más importante de manera segura.

Existen numerosos estudios que demuestran como el uso de Building Information Modeling (BIM) puede ayudar a mejorar la comunicación, eliminar errores

y mitigar los riesgos en una etapa temprana de diseño, logrando posteriormente alcanzar un espacio de trabajo más seguro y la reducción de re-trabajos, atrasos y sobrecostos; de igual manera, disminuye las situaciones de riesgo laboral y problemas de ergonomía.

En la actualidad el correcto uso de BIM facilita los procesos, ya que permite adelantarnos al futuro, conociendo y poniendo a prueba el funcionamiento de la edificación antes de su construcción, reduciendo los riesgos significativamente. Asimismo, BIM ayuda a contar con la opción de prefabricación de piezas o elementos pre-ensamblados en un ambiente controlado, usualmente utilizado para elementos estructurales.

En la actualidad las regulaciones para la Administración del Diseño y la Construcción (CDM) incitan a la reducción y eliminación de riesgos progresiva y de manera razonable llevando un proceso integral coordinado por un equipo CDM.

2.2.8. Desperdicios en BIM por mala gestión

BIM actualmente se encuentra más alineado con la Metodología de Lean Construction (Construcción sin pérdidas) centrado en la eliminación de desperdicios, refiriéndonos a todo aquello que no aporta valor.

Al trabajar con modelos tridimensionales los desperdicios en BIM se ven radicalmente reducidos; no obstante, existen algunos que vemos repetidamente en un proyecto mal gestionado.

Sobreproducción

Producción de cantidades más grandes que las requeridas o antes de lo necesario; planos adicionales poco prácticos o excesivamente detallados, uso de equipamientos demasiado sofisticados, mayores calidades de las requeridas.

Esperas o tiempo de inactividad

Interrupciones del trabajo debido a falta de datos, información, especificaciones u órdenes, resultados de laboratorio, contradicción en los documentos de diseño, etc.

Transporte innecesario

Relacionado con el movimiento interno de los recursos en la obra. Por lo general, está relacionado con la mala distribución y la falta de planificación de los flujos de materiales e información.

Sobre-procesamiento

Procesos adicionales en la construcción o instalación de elementos que causan el uso excesivo de materia prima, equipos, energía, etc. Monitorización y control adicional causada por la falta de comunicación (inspecciones excesivas o duplicadas).

Exceso de inventario

Inventarios excesivos, innecesarios o antes de tiempo que conducen a pérdidas de material (por deterioro, pérdidas debidas a condiciones inadecuadas de stock en la obra, robo o vandalismo), personal adicional para gestionar ese exceso de material y costes financieros por la compra anticipada.

Movimientos innecesarios

Se refiere a los movimientos innecesarios o ineficientes realizados por los trabajadores durante su trabajo. Esto puede ser causado por la utilización de equipo inadecuado, métodos de trabajo ineficaces, falta de estandarización o mal acondicionamiento del lugar de trabajo. Pérdida de tiempo y bajas laborales.

Defectos de calidad

Errores en el diseño, mediciones y planos; desajuste entre planos de diseño y planos de estructura e instalaciones, uso de métodos de trabajo incorrectos, mano de obra poco cualificada. Como consecuencia: repetición del trabajo e insatisfacción del cliente.

2.2.9. PMI (Project Management Institute)

Es una organización internacional sin fines de lucro, que se dedica al estudio y promoción de la Dirección de Proyectos. Esta organización pretende establecer un conjunto de directrices que orienten la dirección y gestión de proyectos, proponiendo

aquellos procesos de gestión más habituales que la práctica ha demostrado que son efectivos. La asociación describe los fundamentos de la Dirección de Proyectos a través del texto, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, (PMBOK Guide), una guía donde se establecen los estándares que orientan la gestión de proyectos, y que configura lo que se considera como el método del PMI.

2.2.10. PMBOK (Project Management Body of Knowledge)

Es una sintonización de instrucciones, orientadas hacia la dirección y gerencia de proyectos, que son reconocidos internacionalmente como las más completas e integrales y hoy día instituyen un estándar de la gestión de proyectos.

El PMBOK se divide en dos grandes procesos, análisis de las condiciones de ejecución en un proyecto y las instrucciones detalladas de una adecuada administración y gerencia de proyectos, donde se consideran las herramientas y procesos más pertinentes según sean las condiciones ya establecidas del proyecto, estos procesos son: Apertura, organización, realización, seguimiento y cierre.

2.2.11. Gestión De Riesgos Dentro Del PMBOK

Como se mencionaba apartados anteriores, la gestión de riesgos está contemplada en el capítulo 11 del PMBOK y de manera incluyente se refiere a lo relacionado a la identificación y planeación de riesgos, con su respectiva táctica confrontación y seguimiento. Tiene como objetivo principal el aumento de la probabilidad de ocurrencia para eventos positivos y lo contrario para los eventos negativos.

Su base principal es la creación esquemática de información de salida, basada en información de entrada, por lo cual, durante la elaboración del proyecto abordado en el documento, se recopiló información actual de diversas etapas de ejecución, lo cual está indicado como actualización del proyecto.

2.2.12. Guía de Fundamentos PMBOK de PMI

La Guía del PMBOK, desarrollada por el Project Management Institute, contiene una descripción general de los fundamentos de la Gestión de Proyectos reconocidos como buenas prácticas. Actualmente el Project Management Institute nos brinda la

Sexta Edición de La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK), como su nombre lo indica proporciona pautas para la dirección de proyectos individuales y define conceptos relacionados con la dirección de proyectos. Describe asimismo el ciclo de vida de la dirección de proyectos y los procesos relacionados, así como el ciclo de vida del proyecto. El Project Management Institute usa este documento como referencia fundamental, pero no única, de la dirección de proyectos.

El PMI propone mediante la Guía PMBOK identificar los fundamentos de la dirección de proyectos, reconocido como el resultado de un compendio de buenas prácticas puestas en marcha por un grupo de profesionales miembros del PMI.

En la guía hacen mención a que estas prácticas son aplicables a la mayoría de proyectos, la mayor parte del tiempo y existe consenso sobre su valor y utilidad. Sin embargo, dependerá de cada proyecto la forma en que deban aplicarse, es por esto que se debe contar con un equipo de dirección de proyecto capacitado para responder a cada proyecto de la mejor manera.

2.2.13. Proyecto

Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos implica que un proyecto tiene un principio y un final definidos. El final se alcanza cuando se logran los objetivos del proyecto, cuando se termina el proyecto porque sus objetivos no se cumplirán o no pueden ser cumplidos, o cuando ya no existe la necesidad que dio origen al proyecto. Asimismo, se puede poner fin a un proyecto si el cliente (cliente, patrocinador o líder) desea terminar el proyecto. Que sea temporal no significa necesariamente que la duración del proyecto haya de ser corta. Se refiere a los compromisos del proyecto y a su longevidad. En general, esta cualidad de temporalidad no se aplica al producto, servicio o resultado creado por el proyecto; la mayor parte de los proyectos se emprenden para crear un resultado duradero. Por ejemplo, un proyecto para construir un monumento nacional creará un resultado que se espera perdure

durante siglos. Por otra parte, los proyectos pueden tener impactos sociales, económicos y ambientales susceptibles de perdurar mucho más que los propios proyectos.

2.2.14. Dirección de Proyectos

Es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo. Se logra mediante la aplicación e integración adecuadas de los 47 procesos de la dirección de proyectos, agrupados de manera lógica, categorizados en cinco Grupos de Procesos. Estos cinco Grupos de Procesos son: inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, y cierre.

Dirigir un proyecto por lo general incluye, entre otros aspectos:

- Identificar requisitos;
- Abordar las diversas necesidades, inquietudes y expectativas de los interesados en la planificación y la ejecución del proyecto;
- Establecer, mantener y realizar comunicaciones activas, eficaces y de naturaleza colaborativa entre los interesados;
- Gestionar a los interesados para cumplir los requisitos del proyecto y generar los entregables del mismo;
- Equilibrar las restricciones contrapuestas del proyecto que incluyen, entre otras: el alcance, la calidad, el cronograma, el presupuesto, los recursos y los riesgos.

Las características específicas del proyecto y las circunstancias pueden influir sobre las restricciones en las que el equipo de dirección del proyecto necesita concentrarse.

La relación entre estos factores es tal que, si alguno de ellos cambia, es probable que al menos otro de ellos se vea afectado. Por ejemplo, si el cronograma es acortado, a menudo el presupuesto necesita ser incrementado a fin de añadir recursos adicionales para completar la misma cantidad de trabajo en menos tiempo.

2.2.15. Oficina de Dirección de Proyectos

Una oficina de dirección de proyectos (PMO por sus siglas en inglés) es una estructura de gestión que estandariza los procesos de gobierno relacionados con el proyecto y hace más fácil compartir recursos, metodologías, herramientas y técnicas. Las responsabilidades de una PMO pueden abarcar desde el suministro de funciones de soporte para la dirección de proyectos hasta la responsabilidad de la propia dirección de uno o más proyectos.

Existen diferentes tipos de estructuras de PMO en las organizaciones, en función del grado de control e influencia que ejercen sobre los proyectos en el ámbito de la organización. Por ejemplo:

- De apoyo, donde desempeñan un rol consultivo para los proyectos, suministrando plantillas, mejores prácticas, capacitación, acceso a la información y lecciones aprendidas de otros proyectos. Este tipo de PMO sirve como un repositorio de proyectos. Esta PMO ejerce un grado de control reducido.
- De control donde proporcionan soporte y exigen cumplimiento por diferentes medios.

Este cumplimiento puede implicar la adopción de marcos o metodologías de dirección de proyectos a través de plantillas, formularios y herramientas específicos, o conformidad en términos de gobierno.

La PMO integra los datos y la información de los proyectos estratégicos corporativos y evalúa hasta qué punto se cumplen los objetivos estratégicos de alto nivel. La PMO constituye el vínculo natural entre los portafolios, programas y proyectos de la organización y los sistemas de medida corporativos.

2.2.16. Influencia de la Organización en la Dirección de Proyectos

La cultura, estilo y estructura de una organización influyen en la forma en que se llevan a cabo sus proyectos.

También pueden influir en el proyecto el nivel de madurez de la dirección de proyectos de la organización y sus sistemas de dirección de proyectos. Cuando en el

proyecto participan entidades externas, como las que forman parte de una unión temporal de empresas o de un convenio de colaboración, el proyecto será influenciado por más de una organización. En las siguientes secciones se describen las características, los factores y los activos de la organización dentro de una empresa susceptibles de influir en el proyecto.

2.2.17. Ciclo de Vida del Proyecto

El ciclo de vida de un proyecto es la serie de fases por las que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su cierre. Las fases son generalmente secuenciales y sus nombres y números se determinan en función de las necesidades de gestión y control de la organización u organizaciones que participan en el proyecto, la naturaleza propia del proyecto y su área de aplicación. Las fases se pueden dividir por objetivos funcionales o parciales, resultados o entregables intermedios, hitos específicos dentro del alcance global del trabajo o disponibilidad financiera. Las fases son generalmente acotadas en el tiempo, con un inicio y un final o punto de control. Un ciclo de vida se puede documentar dentro de una metodología. Se puede determinar o conformar el ciclo de vida del proyecto sobre la base de los aspectos únicos de la organización, de la industria o de la tecnología empleada. Mientras que cada proyecto tiene un inicio y un final definido, los entregables específicos y las actividades que se llevan a cabo variarán ampliamente dependiendo del proyecto. El ciclo de vida proporciona el marco de referencia básico para dirigir el proyecto, independientemente del trabajo específico involucrado.

Características del Ciclo de Vida del Proyecto

- Inicio del proyecto,
- Organización y preparación,
- Ejecución del trabajo y
- Cierre del proyecto.

A menudo se hace referencia a esta estructura genérica del ciclo de vida durante las comunicaciones con la alta dirección u otras entidades menos familiarizadas con

los detalles del proyecto. No deben confundirse con los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos, ya que los procesos de un Grupo de Procesos consisten en actividades que pueden realizarse y repetirse dentro de cada fase de un proyecto, así como para el proyecto en su totalidad. El ciclo de vida del proyecto es independiente del ciclo de vida del producto producido o modificado por el proyecto. No obstante, el proyecto debe tener en cuenta la fase actual del ciclo de vida del producto. Esta perspectiva general puede proporcionar un marco de referencia común para comparar proyectos, incluso si son de naturaleza diferente. (Ver figura 4)

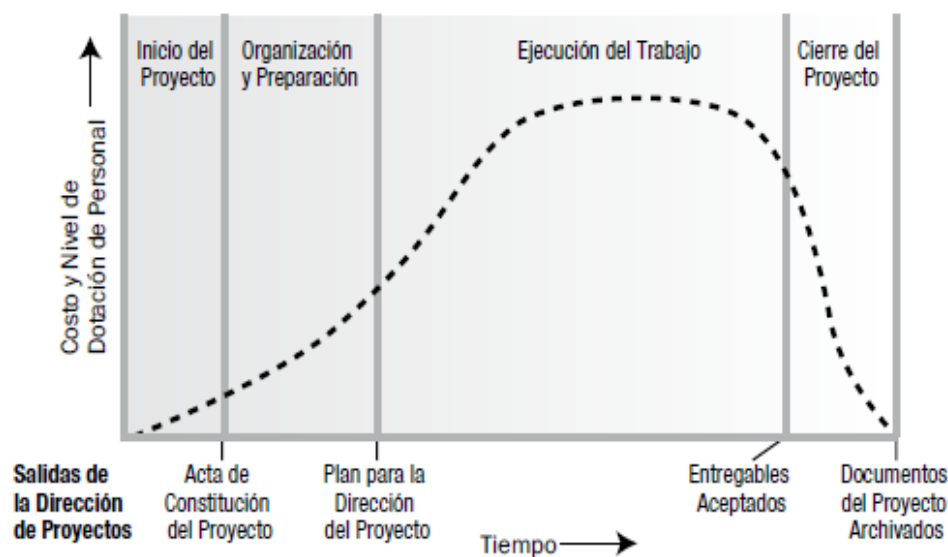


Figura 4. Niveles típicos de costo y dotación de personal en una estructura genérica del Ciclo de Vida del Proyecto.

Fuente: Guía de los fundamentos para la dirección de proyecto (Guía PMBOK 6ta edición, 2017).

Ciclos de Vida Predictivos

Los ciclos de vida predictivos (también conocidos como totalmente orientados al plan) son aquellos en los cuales el alcance del proyecto, el tiempo y costo requeridos para lograr dicho alcance, se determinan lo antes posible en el ciclo de vida del proyecto. Estos proyectos atraviesan una serie de fases secuenciales o superpuestas, donde cada fase suele enfocarse en un subconjunto de actividades del proyecto y en procesos de la dirección del proyecto. El trabajo realizado en cada fase normalmente

es de naturaleza diferente al realizado en las fases anteriores y subsiguientes, y por lo tanto la composición y habilidades requeridas del equipo del proyecto puede variar de una fase a otra. (Ver figura 5)

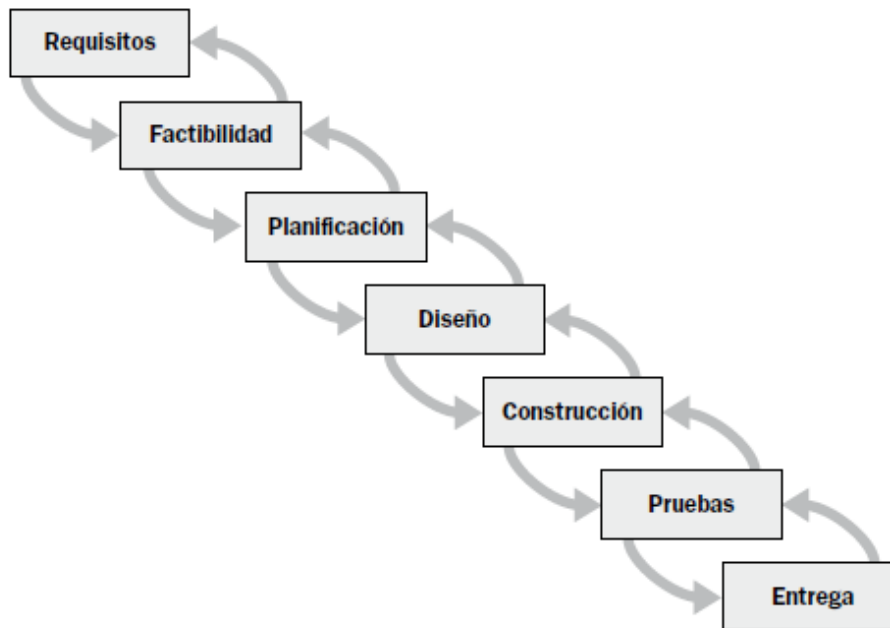


Figura 5. Ejemplo de ciclo de vida predictivo.

Fuente: Guía de los fundamentos para la dirección de proyecto (Guía PMBOK 6ta edición, 2017).

Ciclos de Vida Iterativos e Incrementales

Los ciclos de vida iterativos e incrementales son aquellos en los cuales, dentro de las fases del proyecto (también llamadas iteraciones), se repiten de manera intencionada una o más actividades del proyecto a medida que aumenta el entendimiento del producto por parte del equipo del proyecto. Las iteraciones desarrollan el producto a través de una serie de ciclos repetidos, mientras que los incrementos van añadiendo sucesivamente funcionalidad al producto. Estos ciclos de vida desarrollan el producto de forma iterativa y con incrementos graduales.

Los proyectos iterativos e incrementales pueden desarrollarse en fases, y las propias iteraciones se realizarán de un modo secuencial o superpuesto. Durante una

iteración, se realizarán actividades de todos los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos. Al final de cada iteración, se habrá completado un entregable o un conjunto de entregables. Las futuras iteraciones pueden mejorar dichos entregables o crear nuevos. Cada iteración construye los entregables con un incremento gradual hasta cumplir los criterios de salida de la fase, lo que permite al equipo del proyecto incorporar la retroalimentación.

Ciclos de Vida Adaptativos

Los ciclos de vida adaptativos (también conocidos como métodos orientados al cambio o métodos ágiles) pretenden responder a niveles altos de cambio y a la participación continua de los interesados. Los métodos adaptativos también son iterativos e incrementales, pero difieren de los anteriores en que las iteraciones son muy rápidas (normalmente con una duración de 2 a 4 semanas) y de duración y costo fijos. Los proyectos adaptativos generalmente ejecutan varios procesos en cada iteración, aunque las iteraciones iniciales pueden concentrarse más en las actividades de planificación.

El alcance global del proyecto será descompuesto en un conjunto de requisitos y trabajos a realizar, a veces denominado trabajo pendiente asociado al producto. Al comienzo de una iteración, el equipo trabajará para determinar cuántos de los elementos de alta prioridad de la lista de pendientes se pueden entregar dentro de la siguiente iteración. Al final de cada iteración el producto debe estar listo para su revisión por el cliente. Esto no significa que se requiera que el cliente acepte la entrega, sino que el producto no debe presentar características sin terminar, incompletas o inutilizables. Los representantes del patrocinador y del cliente deben estar continuamente involucrados en el proyecto para proporcionar retroalimentación sobre los entregables a medida que son generados y para garantizar que el trabajo pendiente asociado al producto refleja sus necesidades actuales.

2.2.18. Gestión del tiempo del proyecto

La Gestión del Tiempo del Proyecto incluye los procesos requeridos para gestionar la terminación en plazo del proyecto.

En la descripción general de los procesos de Gestión del Tiempo del Proyecto, ase debe saber:

- Planificar la Gestión del Cronograma: Proceso por medio del cual se establecen las políticas, los procedimientos y la documentación para planificar, desarrollar, gestionar, ejecutar y controlar el cronograma del proyecto.
- Definir las Actividades: Proceso de identificar y documentar las acciones específicas que se deben realizar para generar los entregables del proyecto.
- Secuenciar las Actividades: Proceso de identificar y documentar las relaciones existentes entre las actividades del proyecto.
- Estimar los Recursos de las Actividades: Proceso de estimar el tipo y las cantidades de materiales, recursos humanos, equipos o suministros requeridos para ejecutar cada una de las actividades.
- Estimar la Duración de las Actividades: Proceso de estimar la cantidad de períodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados.
- Desarrollar el Cronograma: Proceso de analizar secuencias de actividades, duraciones, requisitos de recursos y restricciones del cronograma para crear el modelo de programación del proyecto.
- Controlar el Cronograma: Proceso de monitorear el estado de las actividades del proyecto para actualizar el avance del mismo y gestionar los cambios a la línea base del cronograma a fin de cumplir con el plan.

En algunos proyectos, especialmente los de menor alcance, la definición de las actividades, su secuenciación, la estimación de sus recursos y de su duración, así como el desarrollo del modelo de programación, son procesos tan estrechamente vinculados que se ven como un único proceso susceptible de ser realizado por una sola persona en

un período de tiempo relativamente corto. Estos procesos se presentan aquí como elementos diferenciados porque las herramientas y técnicas requeridas para cada uno de ellos son diferentes.

Adelantos y retrasos

Un adelanto es la cantidad de tiempo en que una actividad sucesora se puede anticipar con respecto a una actividad predecesora. Por ejemplo, en un proyecto para la construcción de un nuevo edificio de oficinas, puede programarse el comienzo de la preparación del jardín dos semanas antes de la fecha programada para completar la lista de tareas pendientes.

Un retraso consiste en la cantidad de tiempo en que una actividad sucesora se retrasa con respecto a una actividad predecesora. Por ejemplo, un equipo de redacción técnica puede comenzar a editar el borrador de un documento extenso 15 días después de haber comenzado a escribirlo.

El equipo de dirección del proyecto determina las dependencias que podrían requerir un adelanto o un retraso para definir con exactitud la relación lógica. No deberían utilizarse adelantos y retrasos para sustituir la lógica de la programación. Deberían documentarse tanto las actividades como los supuestos relacionados con las mismas. (Ver figura 6)

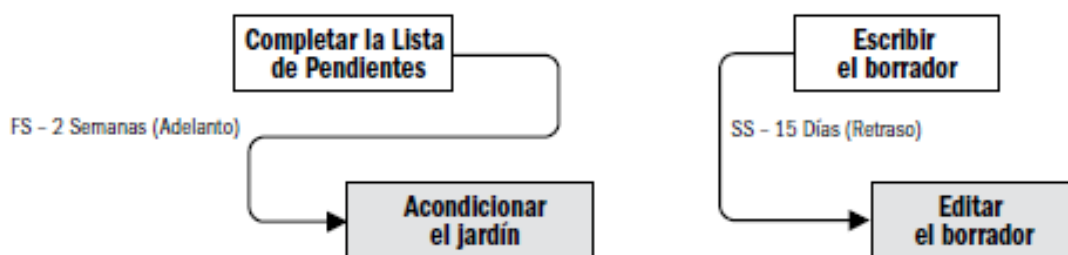


Figura 6. Ejemplos de adelanto y retraso.

Fuente: Guía de los fundamentos para la dirección de proyecto (Guía PMBOK 6ta edición, 2017).

Cronograma del proyecto

Las salidas de un modelo de programación son representaciones del cronograma. El cronograma del proyecto es una salida de un modelo de programación que presenta actividades relacionadas con fechas planificadas, duraciones, hitos y recursos. El cronograma del proyecto debe contener, como mínimo, una fecha de inicio y una fecha de finalización planificadas para cada actividad. Si la planificación de recursos se realiza en una etapa temprana, entonces el cronograma mantendrá su carácter preliminar hasta que se hayan confirmado las asignaciones de recursos y se hayan establecido las fechas de inicio y finalización programadas. El cronograma del proyecto se puede representar en forma de resumen, denominado a veces cronograma maestro o cronograma de hitos, o bien en forma detallada. Aunque el modelo de programación del proyecto puede adoptar una forma de tabla, es más frecuente representarlo en forma gráfica, mediante la utilización de uno o más de los siguientes formatos, que se clasifican como presentaciones:

- **Diagramas de barras.** Estos diagramas, también conocidos como diagramas de Gantt, presentan la información del cronograma con la lista de actividades en el eje vertical, las fechas en el eje horizontal y las duraciones de las actividades se representan en forma de barras colocadas en función de las fechas de inicio y de finalización. Los diagramas de barras son relativamente fáciles de leer y se utilizan frecuentemente en presentaciones a la dirección. Para las comunicaciones de control y dirección, se utiliza una actividad resumen más amplia y completa, denominada a menudo actividad resumen, entre hitos o a través de múltiples paquetes de trabajo dependientes entre sí; se representa en reportes de diagrama de barras.
- **Diagramas de hitos.** Estos diagramas son similares a los diagramas de barras, pero sólo identifican el inicio o la finalización programada de los principales entregables y las interfaces externas clave.

- **Diagramas de red del cronograma del proyecto.** Estos diagramas por regla general se presentan con el formato de diagrama de actividad en el nodo, que muestra actividades y relaciones sin escala de tiempo y normalmente denominados diagramas de lógica pura. Estos diagramas, con la información de la fecha de las actividades, normalmente muestran la lógica de la red del proyecto y las actividades del cronograma que se encuentran dentro de la ruta crítica del proyecto. Estos diagramas incorporan una escala de tiempos y unas barras que representan la duración de las actividades con las relaciones lógicas. Está optimizado para mostrar las relaciones entre actividades, y puede aparecer cualquier número de actividades en secuencia en una misma línea del diagrama.

2.2.19. Gestión de los costos del proyecto

La Gestión de los Costos del Proyecto incluye los procesos relacionados con planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.

En la descripción general de los procesos de gestión de los costos del proyecto:

- **Planificar la Gestión de los Costos:** Es el proceso que establece las políticas, los procedimientos y la documentación necesarios para planificar, gestionar, ejecutar el gasto y controlar los costos del proyecto.
- **Estimar los Costos:** Es el proceso que consiste en desarrollar una aproximación de los recursos financieros necesarios para completar las actividades del proyecto.
- **Determinar el Presupuesto:** Es el proceso que consiste en sumar los costos estimados de las actividades individuales o de los paquetes de trabajo para establecer una línea base de costo autorizada.
- **Controlar los Costos:** Es el proceso de monitorear el estado del proyecto para actualizar los costos del mismo y gestionar posibles cambios a la línea base de costos.

En algunos proyectos, especialmente en aquellos de alcance más reducido, la estimación de costos y la preparación del presupuesto en términos de costos están tan estrechamente ligadas que se consideran un solo proceso, que puede realizar una única persona en un período de tiempo relativamente corto. Estos procesos se presentan aquí como procesos distintos debido a que las herramientas y técnicas requeridas para cada uno de ellos son diferentes. Debido a que la capacidad de influir en los costos es mucho mayor en las primeras etapas del proyecto, la definición temprana del alcance del proyecto se revela como una tarea crítica

La Gestión de los Costos del Proyecto se ocupa principalmente del costo de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto. La Gestión de los Costos del Proyecto también debería tener en cuenta el efecto de las decisiones tomadas en el proyecto sobre los costos recurrentes posteriores de utilizar, mantener y dar soporte al producto, servicio o resultado del proyecto. Por ejemplo, el hecho de limitar el número de revisiones de un diseño podría reducir el costo del proyecto, pero podría asimismo resultar en un incremento de los costos operativos del cliente. (Ver figura 7)

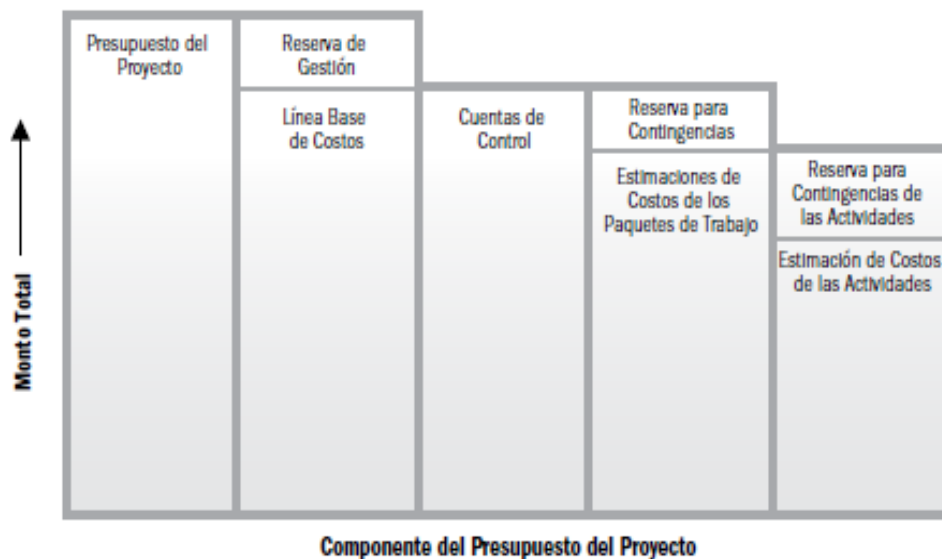


Figura 7. Componentes del presupuesto de un proyecto.

Fuente: Guía de los fundamentos para la dirección de proyecto (Guía PMBOK 6ta edición, 2017).

2.2.20. Gestión de la calidad del proyecto

La Gestión de la Calidad del Proyecto incluye los procesos y actividades de la organización ejecutora que establecen las políticas de calidad, los objetivos y las responsabilidades de calidad para que el proyecto satisfaga las necesidades para las que fue acometido.

La Gestión de la Calidad del Proyecto utiliza políticas y procedimientos para implementar el sistema de gestión de la calidad de la organización en el contexto del proyecto, y, en la forma que resulte adecuada, apoya las actividades de mejora continua del proceso, tal y como las lleva a cabo la organización ejecutora. La Gestión de la Calidad del Proyecto trabaja para asegurar que se alcancen y se validen los requisitos del proyecto, incluidos los del producto.

En la descripción general de los procesos de Gestión de la Calidad del Proyecto, se debe saber: *(Ver figura 8)*

- Planificar la Gestión de la Calidad: Es el proceso de identificar los requisitos y/o estándares de calidad para el proyecto y sus entregables, así como de documentar cómo el proyecto demostrará el cumplimiento con los mismos.
- Realizar el Aseguramiento de Calidad: Es el proceso que consiste en auditar los requisitos de calidad y los resultados de las mediciones de control de calidad, para asegurar que se utilicen las normas de calidad y las definiciones operacionales adecuadas.
- Controlar la Calidad: Es el proceso por el que se monitorea y se registran los resultados de la ejecución de las actividades de control de calidad, a fin de evaluar el desempeño y recomendar los cambios necesarios.

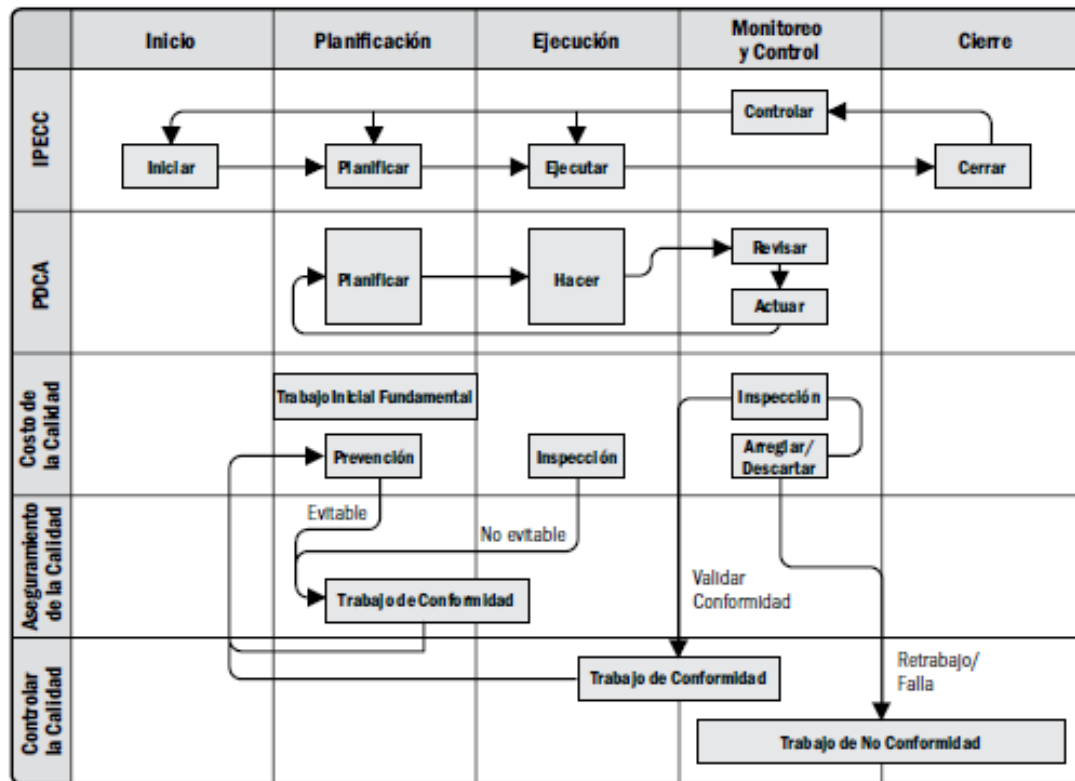


Figura 8. Relaciones Fundamentales entre el Aseguramiento de la Calidad y el Control de la Calidad e IPECC, PDCA, Costo de los Modelos de Calidad y Grupos de Procesos para la Dirección de Proyectos.

Fuente: Guía de los fundamentos para la dirección de proyecto (Guía PMBOK 6ta edición, 2017).

2.2.21. Gestión de los riesgos del proyecto

La Gestión de los Riesgos del Proyecto incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión de riesgos, así como la identificación, análisis, planificación de respuesta y control de los riesgos de un proyecto.

Los objetivos de la gestión de los riesgos del proyecto consisten en aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos negativos en el proyecto.

El riesgo de un proyecto es un evento o condición incierta que, de producirse, tiene un efecto positivo o negativo en uno o más de los objetivos del proyecto, tales como el alcance, el cronograma, el costo y la calidad.

Un riesgo puede tener una o más causas y, de materializarse, uno o más impactos. Una causa puede ser un requisito especificado o potencial, un supuesto, una restricción o una condición que crea la posibilidad de consecuencias tanto negativas como positivas. Por ejemplo, entre las causas se podría incluir el requisito de obtener un permiso ambiental para realizar el trabajo, o contar con una cantidad limitada de personal asignado para el diseño del proyecto. El riesgo consiste en que la agencia que otorga el permiso pueda tardar más de lo previsto en emitir el permiso o, en el caso de una oportunidad, que se disponga de más personal de desarrollo capaz de participar en el diseño y de ser asignado al proyecto. Si se produjese alguno de estos eventos inciertos, podría haber un impacto en el alcance, el costo, el cronograma, la calidad o el desempeño del proyecto. Las condiciones de riesgo pueden incluir aspectos del entorno del proyecto o de la organización que contribuyan a poner en riesgo el proyecto, tales como las prácticas deficientes de dirección de proyectos, la falta de sistemas de gestión integrados, la concurrencia de varios proyectos o la dependencia de participantes externos fuera del ámbito de control directo del proyecto.

Los riesgos del proyecto tienen su origen en la incertidumbre que está presente en todos los proyectos.

Los riesgos conocidos son aquellos que han sido identificados y analizados, lo que hace posible planificar respuestas para tales riesgos. A los riesgos conocidos que no se pueden gestionar de manera proactiva se les debe asignar una reserva para contingencias. Los riesgos desconocidos no se pueden gestionar de manera proactiva y por lo tanto se les puede asignar una reserva de gestión. Un riesgo negativo del proyecto que se ha materializado se considera un problema.

Planificar la Gestión de los Riesgos

Planificar la Gestión de los Riesgos es el proceso de definir cómo realizar las actividades de gestión de riesgos de un proyecto. El beneficio clave de este proceso es que asegura que el nivel, el tipo y la visibilidad de la gestión de riesgos son acordes tanto con los riesgos como con la importancia del proyecto para la organización. El

plan de gestión de los riesgos es vital para comunicarse y obtener el acuerdo y el apoyo de todos los interesados a fin de asegurar que el proceso de gestión de riesgos sea respaldado y llevado a cabo de manera eficaz a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Una planificación cuidadosa y explícita mejora la probabilidad de éxito de los otros procesos de gestión de riesgos. La planificación también es importante para proporcionar los recursos y el tiempo suficientes para las actividades de gestión de riesgos y para establecer una base acordada para la evaluación de riesgos. El proceso Planificar la Gestión de los Riesgos debe iniciarse tan pronto como se concibe el proyecto y debe completarse en las fases tempranas de planificación del mismo.

Identificar los Riesgos

Identificar los Riesgos es el proceso de determinar los riesgos que pueden afectar al proyecto y documentar sus características. El beneficio clave de este proceso es la documentación de los riesgos existentes y el conocimiento y la capacidad que confiere al equipo del proyecto para anticipar eventos.

La frecuencia de iteración y la participación en cada ciclo varía de una situación a otra. El formato de las declaraciones de riesgos debe ser consistente para asegurar que cada riesgo se comprenda claramente y sin ambigüedades a fin de poder llevar a cabo un análisis y un desarrollo de respuestas eficaces. La declaración de riesgos debe reforzar la capacidad de comparar el efecto relativo de un riesgo con respecto a otros riesgos del proyecto. El proceso debe involucrar al equipo del proyecto de modo que pueda desarrollar y mantener un sentido de propiedad y responsabilidad por los riesgos y las acciones de respuesta asociadas. Los interesados externos al equipo del proyecto pueden proporcionar información objetiva adicional.

Análisis FODA

Esta técnica examina el proyecto desde cada uno de los aspectos FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) para aumentar el espectro de riesgos identificados, incluidos los riesgos generados internamente. La técnica comienza con la identificación de las fortalezas y debilidades de la organización,

centrándose ya sea en el proyecto, en la organización o en el negocio en general. El análisis FODA identifica luego cualquier oportunidad para el proyecto con origen en las fortalezas de la organización y cualquier amenaza con origen en las debilidades de la organización. El análisis también examina el grado en el que las fortalezas de la organización contrarrestan las amenazas, e identifica las oportunidades que pueden servir para superar las debilidades. (Ver figura 9)

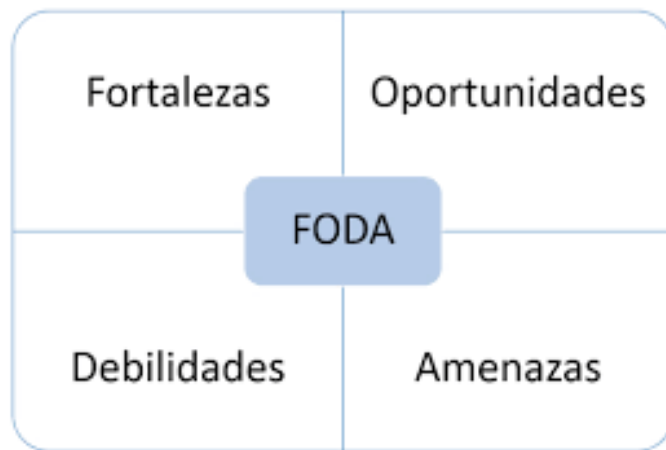


Figura 9. Matriz FODA
Fuente: Guerra, D (2019).

Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos

Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos es el proceso de priorizar riesgos para análisis o acción posterior, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia e impacto de dichos riesgos. El beneficio clave de este proceso es que permite a los directores de proyecto reducir el nivel de incertidumbre y concentrarse en los riesgos de alta prioridad.

Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos evalúa la prioridad de los riesgos identificados a través de la probabilidad relativa de ocurrencia, del impacto correspondiente sobre los objetivos del proyecto si los riesgos llegaran a presentarse, así como de otros factores, tales como el plazo de respuesta y la tolerancia al riesgo por parte de la organización, asociados con las restricciones del proyecto en términos de

costo, cronograma, alcance y calidad. Dichas evaluaciones reflejan la actitud frente a los riesgos, tanto del equipo del proyecto como de otros interesados. Por lo tanto, una evaluación eficaz requiere la identificación explícita y la gestión de los enfoques frente al riesgo por parte de los participantes clave en el marco del proceso de realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos. Cuando estos enfoques frente al riesgo introducen sesgos en la evaluación de los riesgos identificados, debe prestarse atención en la identificación de dichos sesgos y en su corrección.

Matriz de Probabilidad e Impacto

Los riesgos se pueden priorizar con vistas a un análisis cuantitativo posterior y a la planificación de respuestas basadas en su calificación. Las calificaciones se asignan a los riesgos en base a la probabilidad y al impacto previamente evaluados. Por lo general, la evaluación de la importancia de cada riesgo y de su prioridad de atención se efectúa utilizando una tabla de búsqueda o una matriz de probabilidad e impacto.

Dicha matriz especifica las combinaciones de probabilidad e impacto que llevan a calificar los riesgos con una prioridad baja, moderada o alta. Dependiendo de las preferencias de la organización, se pueden utilizar términos descriptivos o valores numéricos.

Cada riesgo se califica de acuerdo con su probabilidad de ocurrencia y con el impacto sobre un objetivo, en caso de que se materialice. La organización debe determinar qué combinaciones de probabilidad e impacto dan lugar a una clasificación de riesgo alto, riesgo moderado y riesgo bajo. En una matriz en blanco y negro, estas condiciones se representan mediante diferentes tonalidades de gris

Por lo general, la organización define estas reglas de calificación de los riesgos antes del inicio del proyecto y se incluyen entre los activos de los procesos de la organización. Las reglas de calificación de los riesgos pueden adaptarse al proyecto específico durante el proceso Planificar la Gestión de los Riesgos. (Ver figura 10)

Matriz de Probabilidad e Impacto										
Probabilidad	Amenazas					Oportunidades				
0,90	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72	0,72	0,36	0,18	0,09	0,05
0,70	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56	0,56	0,28	0,14	0,07	0,04
0,50	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40	0,40	0,20	0,10	0,05	0,03
0,30	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24	0,24	0,12	0,06	0,03	0,02
0,10	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01
	0,05/ Muy Bajo	0,10/ Bajo	0,20/ Moderado	0,40/ Alto	0,80/ Muy Alto	0,80/ Muy Alto	0,40/ Alto	0,20/ Moderado	0,10/ Bajo	0,05/ Muy Bajo

Impacto (escala numérica) sobre un objetivo (p.ej., costo, tiempo, alcance o calidad)

Cada riesgo es calificado de acuerdo con su probabilidad de ocurrencia y el impacto sobre un objetivo en caso de que ocurra. Los umbrales de la organización para riesgos bajos, moderados o altos se muestran en la matriz y determinan si el riesgo es calificado como alto, moderado o bajo para ese objetivo.

Figura 10. Matriz de Probabilidad e Impacto

Fuente: Guía de los fundamentos para la dirección de proyecto (Guía PMBOK 6ta edición, 2017).

Categorización de Riesgos

Los riesgos del proyecto se pueden categorizar por fuentes de riesgo, por área del proyecto afectada o por otras categorías útiles a fin de determinar qué áreas del proyecto están más expuestas a los efectos de la incertidumbre. Los riesgos también se pueden categorizar por causas raíces comunes. Esta técnica ayuda a determinar los paquetes de trabajo, las actividades, las fases del proyecto o incluso los roles del proyecto que pueden conducir al desarrollo de respuestas eficaces frente al riesgo.

Evaluación de la Urgencia de los Riesgos

Los riesgos que requieren respuestas a corto plazo pueden ser considerados de atención más urgente.

Entre los indicadores de prioridad se pueden incluir la probabilidad de detectar el riesgo, el tiempo para dar una respuesta a los riesgos, los síntomas y las señales de advertencia, y la calificación del riesgo. En algunos análisis cualitativos, la evaluación de la urgencia de un riesgo se combina con la calificación del riesgo obtenida a través

de la matriz de probabilidad e impacto para obtener una calificación final de la severidad del riesgo.

Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos

Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos es el proceso de analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que genera información cuantitativa sobre los riesgos para apoyar la toma de decisiones a fin de reducir la incertidumbre del proyecto.

Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos por tener un posible impacto significativo sobre las demandas concurrentes del proyecto. El proceso Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos analiza el efecto de dichos riesgos sobre los objetivos del proyecto. Se utiliza fundamentalmente para evaluar el efecto acumulativo de todos los riesgos que afectan el proyecto. Cuando los riesgos guían el análisis cuantitativo, el proceso se puede utilizar para asignar a esos riesgos una prioridad numérica individual.

Planificar la Respuesta a los Riesgos

Planificar la Respuesta a los Riesgos es el proceso de desarrollar opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que aborda los riesgos en función de su prioridad, introduciendo recursos y actividades en el presupuesto, el cronograma y el plan para la dirección del proyecto, según las necesidades.

El proceso Planificar la Respuesta a los Riesgos se realiza después del proceso Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos (en caso de que se utilice). Cada respuesta a un riesgo requiere una comprensión del mecanismo por el cual se abordará el riesgo. Este es el mecanismo utilizado para analizar si el plan de respuesta a los riesgos está teniendo el efecto deseado. Incluye la identificación y asignación de una persona (un propietario de la respuesta a los riesgos) para que asuma la responsabilidad de cada una de las respuestas a los riesgos acordadas y financiadas. Las respuestas a los riesgos deben adecuarse a la importancia del riesgo, ser rentables con relación al desafío a

cumplir, realistas dentro del contexto del proyecto, acordadas por todas las partes involucradas y deben estar a cargo de una persona responsable. A menudo es necesario seleccionar la respuesta óptima a los riesgos entre varias opciones.

Controlar los Riesgos

Controlar los Riesgos es el proceso de implementar los planes de respuesta a los riesgos, dar seguimiento a los riesgos identificados, monitorear los riesgos residuales, identificar nuevos riesgos y evaluar la efectividad del proceso de gestión de los riesgos a través del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que mejora la eficiencia del enfoque de la gestión de riesgos a lo largo del ciclo de vida del proyecto para optimizar de manera continua las respuestas a los riesgos.

El proceso Controlar los Riesgos puede implicar la selección de estrategias alternativas, la ejecución de un plan de contingencia o de reserva, la implementación de acciones correctivas y la modificación del plan para la dirección del proyecto. El propietario de la respuesta a los riesgos informa periódicamente al director del proyecto sobre la eficacia del plan, sobre cualquier efecto no anticipado y sobre cualquier corrección necesaria para gestionar el riesgo adecuadamente. Controlar los Riesgos también implica una actualización de los activos de los procesos de la organización, incluidas las bases de datos de lecciones aprendidas del proyecto y las plantillas de gestión de riesgos, para beneficio de proyectos futuros.

2.2.22. Desperdicios evitados por la implementación de la guía PMBOK

Los desperdicios manejados en los proyectos representan habitualmente sobrecostos que pueden sacar de balance a un proyecto. El PMI como metodología no identifica un desperdicio como tal, sino que este lo asocia a un exceso de gestión donde la mayor parte de los proyectos no pueden ser identificados al encontrarse en etapas avanzadas del mismo, dándonos la oportunidad de implementar lecciones aprendidas en algún proyecto futuro. Otro desperdicio en PMI está asociado al incumplimiento de los criterios de salida, donde se ven defectos a lo largo del avance de obra al ser tareas mal realizadas, incompletas o que fueron evadidas produciendo insatisfacción.

2.2.23. El riesgo y la incertidumbre

Según Bravo y Sánchez “El riesgo en forma general, es una medida de la variabilidad de los posibles resultados que se puedan esperar de un evento. Tal vez la definición más simple e intuitiva de riesgo es la que establece que es la esperanza matemática de la pérdida, o la multiplicación de la probabilidad de ocurrencia de un suceso por la severidad de su impacto o magnitud del daño”. Los efectos se pueden medir en diferentes unidades, de conformidad con las necesidades específicas de cada situación; en términos económicos o en pérdidas de vidas humanas.

Es importante diferenciar entre riesgo e incertidumbre. La incertidumbre existe siempre que no se sepa con seguridad lo que ocurrirá en el futuro. El riesgo es la incertidumbre que afecta negativamente el bienestar de las personas. Toda situación riesgosa es incierta, pero puede haber incertidumbre sin riesgo.

Riesgos de un proyecto de construcción

Los riesgos de un proyecto son clasificados, comúnmente, en riesgos internos y riesgos externos.

Riesgos internos: son aquellos riesgos que dependen de la gestión que hace la propia empresa, tanto a nivel general, como de cada uno de sus departamentos. Estos riesgos a su vez se clasifican en riesgos locales y riesgos globales.

- **Riesgos locales:** son aquellos que dependen de los recursos, diseño y construcción de un proyecto, y a su vez, depende de las condiciones físicas, la operación y manejo de los recursos del mismo.
- **Riesgos globales:** son aquellos que dependen de la gestión de los departamentos del proyecto, del financiamiento, del medioambiente y de las especificaciones del cliente.

Riesgos externos: son todos aquellos que provienen del entorno y que influyen de manera directa o indirecta al proyecto de construcción, pudiendo convertirse en amenazas reales para el proyecto. Entre estos se tienen la economía que este en

constantes cambios, cambios legales, cambios de normas, riesgos políticos, inseguridad, estándares, desastres naturales y cambios tecnológicos.

Para este trabajo de grado se tomarán en cuenta los riesgos de tipo operacional, tomados en cuenta dentro de los riesgos locales. Estos riesgos son aquellos cometidos por errores humanos, fallos o procesos internos que provocan pérdidas en el cronograma y el presupuesto, tomando en cuenta como riesgo principal la falta de monitoreo y control del proceso constructivo de la obra.

Dichos riesgos se pueden desglosar de mejor manera, a través de un diagrama ya establecido, donde se toman en cuenta todos los tipos de riesgos, desde los riesgos externos (sociales, económicos, políticos, entre otros) y los riesgos internos (desde a falta de material hasta problemas financieros o medioambientales). (Ver figura 11)

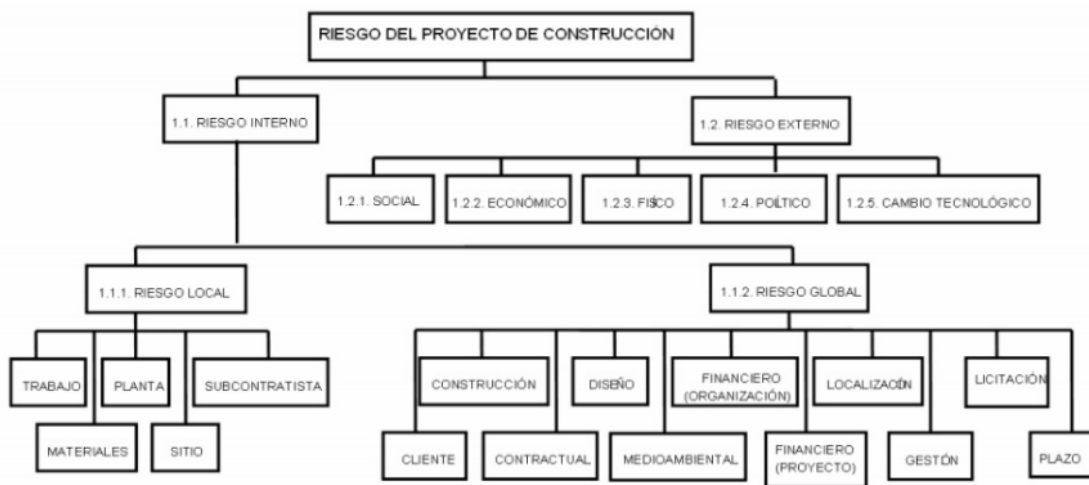


Figura 11. EDR genérica para el proyecto de construcción introducida por Tah et al. (2000).

Fuente: Fernando Rodríguez López, Pavel Hruškovij (2007)

Los riesgos también suelen ser clasificados como previsible e imprevisible, o, discretos e incrementales.

Riesgos previsible e imprevisible: En la gestión de riesgos de los proyectos se desarrolla en todo el espectro, desde cero informaciones de ocurrencia del riesgo, hasta contar con la certeza de la información. Si cuentas con toda la información, no hay

certidumbre, y por lo tanto no es un riesgo. Cuando no hay nada de información se considera que la incertidumbre es total. De acuerdo a la información disponible se puede considerar si el riesgo es conocido o desconocido

Riesgos discretos e incrementales

Incrementales: se miden incrementalmente y continuamente. El riesgo ocurre en una serie de pequeños cambios frecuentes durante el proyecto. La mayoría son internos (costos, duración, cantidades). Son de alta frecuencia, pero de consecuencia baja.

Discretos: en general son orientados a incidentes o a riesgos discretos. Es decir, el riesgo ocurre o no ocurre. Estos riesgos son de baja frecuencia, pero de alto impacto

2.2.24. Análisis de riesgo

Habiendo ya identificado y clasificados los riesgos, pasamos a realizar el análisis de los mismos, es decir, se estudian la posibilidad y las consecuencias de cada factor de riesgo con el fin de establecer el nivel de riesgo de nuestro proyecto.

El análisis de los riesgos determinará cuáles son los factores de riesgo que potencialmente tendrían un mayor efecto sobre nuestro proyecto y, por lo tanto, deben ser gestionados por el emprendedor con especial atención

2.2.25. Métodos de Análisis de Riesgos

Existen tres tipologías de métodos utilizados para determinar el nivel de riesgos de nuestro negocio. Los métodos pueden ser: Métodos Cualitativos, Métodos Cuantitativos, Métodos Semicuantitativos.

Métodos Cualitativos

Es el método de análisis de riesgos más utilizado en la toma de decisiones en proyectos empresariales, los emprendedores se apoyan en su juicio, experiencia e intuición para la toma de decisiones.

Se pueden utilizar cuando el nivel de riesgo sea bajo y no justifica el tiempo y los recursos necesarios para hacer un análisis completo, o bien porque los datos

numéricos son inadecuados para un análisis más cuantitativo que sirva de base para un análisis posterior y más detallado del riesgo global del emprendedor. Los métodos cualitativos incluyen:

- Lluvia de ideas.
- Cuestionario y entrevistas estructuradas.
- Evaluación para grupos multidisciplinarios.
- Juicio de especialistas y expertos (Técnica Delphi).

Métodos Semi-cuantitativos

Se utilizan clasificaciones de palabra como alto, medio o bajo, o descripciones más detalladas de la probabilidad y la consecuencia.

Estas clasificaciones se demuestran en relación con una escala apropiada para calcular el nivel de riesgo. Se debe poner atención en la escala utilizada a fin de evitar malos entendidos o malas interpretaciones de los resultados del cálculo.

Métodos Cuantitativos

Se consideran métodos cuantitativos a aquellos que permiten asignar valores de ocurrencia a los diferentes riesgos identificados, es decir, calcular el nivel de riesgo del proyecto. Los métodos cuantitativos incluyen:

- Análisis de probabilidad
- Análisis de consecuencias
- Simulación computacional

El desarrollo de dichas medidas puede ser realizado mediante diferentes mecanismos, entre los cuales destacamos el Método Montecarlo, el cual se caracteriza por su amplia visión para mostrar múltiples posibles escenarios, la sencillez para llevarlo a la práctica y ser digitalizado para la realización de simulaciones.

2.2.26. Modelo de Riesgos

Es un mecanismo que nos permite poner en práctica el método cuantitativo de Montecarlo para el análisis de riesgos.

Es la representación de la realidad a analizar a través de una estructura de cálculos matemáticos, en la cual se detectan las variables significativas de riesgo y se ponen en relación con el resto de variables que afectan a nuestro proyecto, y con las variables económicas sobre las que vamos a medir el nivel de riesgo del mismo, Beneficio y Valor actual neto.

Para la medición de la probabilidad de ocurrencia del riesgo y el impacto que el mismo tendría en nuestro proyecto empresarial, este impacto se mide en el Beneficio obtenido por el emprendedor en el ejercicio y el Valor Actual Neto del proyecto empresarial.

De forma adicional, un modelo de riesgos nos permitirá realizar un control y seguimiento sobre el mismo, comparando el valor en riesgo de las variables con el valor real incurrido finalmente en el periodo sujeto a análisis. (Ver figura 12)



Figura 12. Pasos para desarrollo de modelo de riesgo.

Fuente:

http://www.madrid.org/cs/StaticFiles/Emprendedores/Analisis_Riesgos/pages/pdf/metodologia/4AnalisisycuantificaciondelRiesgo%28AR%29_es.pdf

2.2.27. Defectos en los materiales de construcción

Los materiales a utilizar en la construcción, en especial de edificaciones importantes, deben ser materiales óptimos, que cumplan con requisitos mínimos de calidad, que sean apropiados para resistir las cargas de diseño y las condiciones del medio ambiente, que perduren en el tiempo durante la vida útil de la obra, que no sean culpables de fallas en las estructuras.

Muchas veces por criterios económicos o falta de ética profesional, se emplean materiales inapropiados en la construcción de edificaciones esenciales, poniendo en riesgo la integridad de la estructura y de sus ocupantes.

Todos los materiales y elementos constructivos, deben llegar a la obra en su estado correcto, de manera que posean todas las características físicas, mecánicas y químicas que se les presuponen, ya que éstas serán absolutamente necesarias para que cumpla correctamente la misión que se les va a asignar en la edificación.

Si alguna de las características del material no es la apropiada, resultará más fácil que aparezca alguna lesión o patología en el elemento, y, por lo tanto, su durabilidad será menor.

Los posibles defectos en los materiales de construcción, son innumerables. A manera de ejemplo se expondrán algunos aspectos para evitar defectos en el material más empleado en las construcciones venezolanas: el concreto.

Defectos en el diseño del proyecto

Muchas veces el diseño errado de una edificación, puede ser el principal causante de sus fallas, especialmente cuando la estructura es sorprendida por la acción de un evento sísmico. Una buena configuración estructural, desarrolla un papel muy relevante en la determinación de vulnerabilidad de toda la estructura, ofreciendo condiciones y características que permiten el comportamiento adecuado de la misma en casos de ocurrencia de los eventos desastrosos más impactantes sobre las mismas, que son los sismos. Una configuración y diseño inapropiados, hacen que la estructura sea más vulnerable, presentando debilidades conceptuales que serán severamente penalizadas cuando ocurra un sismo de magnitud considerable.

La configuración y diseño de una edificación está relacionada con la forma, el tipo, la disposición, la resistencia, la geometría, la fragmentación, entre otros aspectos que puedan presentar los diferentes elementos estructurales o la edificación completa, como estructura global.

Los principales problemas encontrados en el diseño y configuración de las estructuras, se relacionan con asimetrías y cambios bruscos de dimensiones, masas, rigideces y flexibilidades. (Ver figura 13)



Figura 13. Aspectos que deben cuidarse en el diseño de una estructura esencial.

Fuente: CIGIR

2.2.28. Acciones degradantes y daños en las edificaciones

El control de una edificación no concluye con la entrega definitiva de las obras, sino que se prolonga a la etapa de servicio, ésta se degrada con el tiempo, y va sufriendo daños y deterioros que deben de prevenirse o corregirse para que el edificio conserve su apariencia, estabilidad y seguridad al ser dado al servicio. (Ver figura 14) El edificio debe satisfacer las necesidades y expectativas de todos sus usuarios por esto es muy

importante que desde el diseño se implementen medidas y especificaciones constructivas adecuadas para lograr los objetivos del proyecto. (Ver figura 15)



Figura 14. La calidad física y funcional de las obras.

Fuente: Control Integral de la edificación III. Administración y Mantenimiento. (Puyana, 1986).

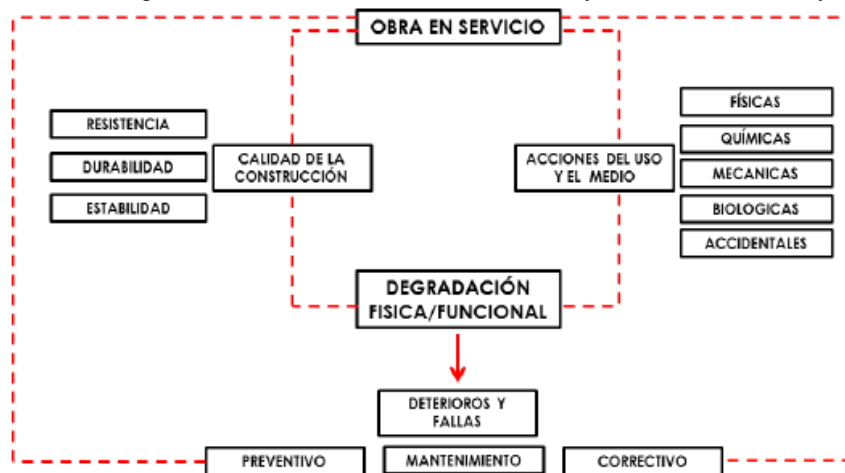


Figura 15. La degradación de las obras.

Fuente: Control Integral de la edificación III. Administración y Mantenimiento. (Puyana, 1986).

2.2.29. Daños en la edificación

Durante su larga vida útil, los edificios están expuestos a acciones degradantes que les causan daños y deterioros de naturaleza, importancia y frecuencia diferentes, los cuales alteran sus condiciones de apariencia y funcionamiento que tenían al ser dados al servicio.

Para prevenir tales desórdenes o para corregirlos cuando se presenten, se realizan labores de mantenimiento que varían de acuerdo con las circunstancias específicas del caso.

Daños superficiales.

Corresponden en general a deterioros triviales pues apenas afectan la apariencia de un elemento o la función de un componente, en forma y medida poco significativas, siendo posibles corregirlos fácilmente mediante retoques, ajustes o arreglos simples.

La importancia relativa de algunos de estos daños superficiales radica sin embargo en que se pueden agravar si no son corregidos oportunamente, con lo cual su posterior enmienda se hace más difícil y costosa.

Estos desperfectos precoces, suelen ser característicos durante el periodo inicial de servicio de las edificaciones.

Daños mayores.

Desordenes ya más significativos por su tipo o magnitud que los anteriores, cuyos efectos resultan relevantes, en cuanto deterioran la apariencia o el confort de edificio haciendo necesaria su refacción o reparación.

El género de arreglos que determinan sin embargo no siempre implica conocimientos especiales para efectuarlos, ni necesariamente gastos considerables si no se trata de daños extensivos o generalizados.

En algunos casos no obstante pueden requerirse reparaciones importantes para enmendarlos satisfactoriamente.

Daños graves.

Son aquellos que ocasionan serios trastornos en las condiciones generales de uso, de funcionamiento y aún de seguridad del edificio o en particular de una zona, instalación, equipo o componente del mismo.

Estos daños aun cuando no sean ni se conviertan fatalmente en críticos al afectar la estabilidad o seguridad del inmueble, deben corregirse sin dilatación, ya que las

perturbaciones que causan menguan las condiciones de servicio a niveles intolerables y exigen para ser corregidos, trabajos especiales de reparación, realizados por personal idóneo, pudiendo además implicar la renovación de componentes o partes dañadas que no ofrezcan las debidas garantías.

La importancia directa de estos daños radica en el grado de perturbación o insatisfacción que causan a los usuarios e indirectamente, de la relatividad facilidad con que podrían convertirse en fallas críticas que no dan tregua para su rectificación.

Daños críticos

Finalmente, cuando los daños afecten en grado máximo las condiciones de uso y funcionamiento del edificio, llegando hasta poner en peligro la seguridad de las personas, alcanzan su mayor importancia y más alto nivel de riesgo.

Los daños críticos, deben ser atendidos en forma inmediata, exigen para su investigación y arreglo, personal idóneo que utilice medios y métodos apropiados para determinar las causas que lo originan y enmendarlos correctamente con la debida urgencia y seguridad.

Aunque es evidente que pueda variarse esta clasificación de los daños en los edificios, lo que interesa no es designar su grado de nocividad ya que ésta siempre será subjetiva, si no relieves los puntos de su control preventivo en el diseño, la construcción y el mantenimiento, habida cuenta del relativo grado de importancia que tienen.

Grietas

Genero de desperfectos muy frecuentes en la construcción, ya sea en sus manifestaciones mínimas como micro-fisura casi imperceptible o de mayor entidad como las grietas, que inclusive pueden aparecer durante la misma ejecución de la obra.

Las fisuras o grietas se producen por la acción de fuerzas externas o la combinación de esfuerzos exteriores e internos de materiales que sufren deformaciones por retracción y por hinchamientos que a su vez son producidos por un vasto conjunto de causas como los movimientos del terreno, la acción de cargas y sobrecargas, los

cambios en las dimensiones, en los contenidos de humedad, en las condiciones físicas y aún en la composición química de los materiales. (Ver figura 16)

LAS FISURAS MOTIVADAS POR:					
MOVIMIENTOS	RETRACCIÓN	SECAMIENTO	TEMPERATURA	CORROSIÓN	ACCIONES MECÁNICAS
EL CONTROL					
Verificando la adecuada resistencia y rigidización.	Especiales y/o con el empleo de armaduras de acero de pequeño diámetro como las mallas electrosoldadas para absorber los esfuerzos de tracción	Evitar en lo posible fundir el concreto bajo los rayos del sol, en tiempo excesivamente seco y/o con fuertes vientos.	Dejar juntas de dilatación en la estructura	Obtener un óptimo grado de compactación del concreto y un adecuado espesor de la capa de recubrimiento de las armaduras que las protejan de la acción agresiva del medio con el cual están en contacto los elementos estructurales	Compresión simple Tracción simple Torsión Flexión

Figura 16. Fisuras

Fuente: Control Integral de la edificación III. Administración y Mantenimiento. (Puyana, 1986).

Corrosión

Este problema característico de la degradación de los metales utilizados en la construcción, se produce según se ha visto mediante un proceso químico que se desarrolla en presencia del agua o de la humedad del medio o electrolítico, cuando dos materiales diferentes se encuentran en contacto.

Aunque la corrosión afecta en particular ciertos elementos metálicos como las carpinterías a la intemperie e interna y exteriormente las tuberías con líquidos y/o en medios agresivos, pueden atacar también algunos materiales como las piedras o los concretos.

La corrosión tiene especial importancia cuando afecta los refuerzos de la estructura, lo cual ocurre por la acción de sustancias agresivas que se encuentran en el suelo, la atmósfera, los aditivos utilizados para la mezcla o aún provenientes de la misma composición química de algunos tipos especiales de cemento.

Humedades

Se estima que uno de cada tres daños en las edificaciones es causado por el agua, ya sea por filtración, por absorción en materiales porosos y/o por condensación de la humedad ambiental.

Los problemas por humedades pueden radicar tanto en el proyecto mismo, por detalles constructivos deficientes, diseños equivocados o errónea selección de materiales, como la ejecución de las obras por causa de malos procedimientos de trabajo que las hacen sensibles a éste género de deterioros.

Además de los negativos efectos que tiene en el buen aspecto de los edificios en sus primeras consecuencias de orden físico, la humedad constituye el medio por excelencia para desencadenar múltiples procesos de degradación como la corrosión de los metales, el ataque de los álcalis a las pinturas, la reacción agresiva de las sales solubles o de los agentes biológicos, como mohos, hongos y bacterias que además de deteriorar su apariencia, afectan la durabilidad y el funcionamiento de los elementos y componentes de la construcción y facilitan el desarrollo de microorganismos que crean y facilitan el desarrollo de microorganismos que crean ambientes malsanos demeritando así las condiciones y exigencias de higiene y salubridad de sus usuarios.

Desprendimientos

Este tipo de deterioros conforma el último grupo importante de los daños típicos de la edificación, por razón de la frecuencia con que suele presentarse.

Los desprendimientos que afectan particularmente los ítems de pisos, enchapados, revestimientos y estucos, son causados por efectos mecánicos como impactos y vibraciones, así como por fallas en la capacidad adherente de los morteros

o pegantes que mantienen los materiales de acabados sujetos a su base y finalmente por deficiencias de éstas mismas y/o de los soportes que los aseguran.

En general la adherencia de los pegantes industriales corrientes se rebaja hasta anularse, en presencia de la humedad, mientras los morteros para sentarse revestimientos cerámicos por el contrario fallan cuando la mezcla pierde agua al ser absorbida por las baldosas que no se humedecieron debidamente antes de colocarlas.

2.3. Definición de términos básicos

Lluvia de ideas: es una herramienta de trabajo grupal que facilita el surgimiento de nuevas ideas sobre un tema o problema determinado. La lluvia de ideas es una técnica de grupo para generar ideas originales en un ambiente relajado.

Ciclo: se trata de la secuencia de etapas que atraviesa un suceso de características periódicas y del grupo de fenómenos que se reiteran en un cierto orden.

Factibilidad: es un instrumento que sirve para orientar la toma de decisiones en la evaluación de un proyecto y corresponde a la última fase de la etapa de formulación dentro del ciclo del proyecto. Se formula con base en información que tiene la menor incertidumbre posible para medir las posibilidades de éxito o fracaso de un proyecto de inversión, apoyándose en él se tomará la decisión de proceder o no con su implementación.

Falla: es un comportamiento estructural anómalo, que no concuerda con las expectativas previstas en el diseño original, comportamiento que hace necesario llevar a cabo reparaciones, en mayor o menor grado.

Gestión: es asumir y llevar a cabo las responsabilidades sobre un proceso, esto puede ser empresarial o personal, lo que incluye: La preocupación por la disposición de los recursos y estructuras necesarias para que tenga lugar y la coordinación de sus actividades y sus semejantes.

Lineamientos: Los grupos políticos, las instituciones u organismos estatales tienen proyectos que van en una u otra dirección. El lineamiento es el enfoque y la dirección de un conjunto de ideas.

Método de Montecarlo: es un método de simulación que permite calcular estadísticamente el valor final de una secuencia de sucesos no deterministas (sujetos a variabilidad), como es el caso del plazo o el coste de un proyecto.

Sostenibilidad: se refiere a la satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas, garantizando el equilibrio entre crecimiento económico, cuidado del medio ambiente y bienestar social.

Técnica Delphi: es un sistema predictivo que nos ayuda a conocer con una mayor seguridad cómo va a evolucionar algún elemento en el futuro mediante una serie de técnicas de prospección. En las empresas se trata de un método habitual para realizar predicciones de demanda o análisis de mercado. Este método consiste en reunir un panel de expertos a los que se somete a un cuestionario, tras analizar los resultados, se entrega este análisis al grupo de expertos y se les pide que vuelvan a responder al cuestionario. El objetivo consiste en tratar de llegar a un consenso entre los cuestionarios recibidos.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de Investigación

Con el fin de obtener resultados confiables que permitan alcanzar los objetivos establecidos, es necesario adoptar la estrategia más acertada conforme con el tipo de investigación que se desea realizar. Según Muñoz (2003):

“En la realización de diversos proyectos se utiliza un método exclusivo de investigación y se diseñan ciertas herramientas para recabar información que solo se aplican en el medio en el que actúa el fenómeno de estudio; para la tabulación y análisis de la información obtenida, se utilizan métodos y técnicas estadísticas y matemáticas que ayudan a obtener conclusiones formales, científicamente comprobadas” (p. 6).

En el estudio se tomarán en cuenta análisis de riesgo en el proceso de construcción de edificaciones unifamiliares, con el fin de brindar soluciones a estos riesgos por medio de la elaboración de lineamientos para la gestión de riesgos. En ese sentido, este estudio se abordará bajo la modalidad de Proyecto Factible, el cual es concebido por la UJAP (2007) como:

“La investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organización o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El proyecto factible debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades”. (p. 5).

3.2. Diseño de la investigación

Se realizará una investigación de campo y documental ya que se aplicará una serie de técnicas de recolección de datos que van a permitir analizar todas las variables que están incidiendo sobre el análisis de riesgo según la dirección de proyectos de PMI y de esta manera poder contemplar, dentro de la propuesta, todas las características que esto requiere, a su vez se realizará una extensa investigación de antecedentes que puedan incidir en la investigación a realizar. La investigación de campo, según Tamayo

y Tamayo, M (2001), es aquella que: “Se realiza con la presencia del investigador o científico en el lugar de ocurrencia del fenómeno” (p.130).

3.3. Nivel de la investigación

Se realizará una investigación de nivel descriptivo ya que se busca analizar los fundamentos dentro de la tecnología BIM en la etapa 8D, y del modelo PMI para gestión de proyectos. Así como estudiar las variables relevantes para la realización de análisis de riesgo, con el uso de tecnología BIM basada en un modelo PMI. Según Tamayo M. (2001) en su libro Proceso de Investigación Científica, la investigación descriptiva:

“Comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o proceso de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre grupo de personas, grupo o cosas, se conduce o funciona en presente” (Pág. 35).

3.4. Población y muestra

Baptista et al. (2014) define la población como el agregado de elementos, bien sean personas, organizaciones, eventos, objetos o fenómenos, que presentan alguna característica o rasgo en común y que constituyen el foco de una investigación; Arias (2012) añade que el conjunto en cuestión es finito si sus unidades pueden cuantificarse, habiendo quienes limitan a 100.000 elementos para cumplir con la clasificación mencionada (Sierra, 1991, citado en Arias, 2012).

Para este trabajo de grado se consideró como población a todos aquellos tipos de edificaciones del estado Carabobo. Para poder cumplir con el cronograma de actividades académicas establecido por la institución (Universidad José Antonio Páez) se recurrió a la muestra, definido por Borja (2012) como el proceso a partir del cual se selecciona una parte de la población que sea representativa de las características que se desean evaluar, a fin de reducir el número de unidades en estudio, garantizando que las conclusiones obtenidas sean válidas para el conjunto total de elementos.

Debido a las características del proyecto de investigación a desarrollar, se consideró una muestra de edificaciones del tipo unifamiliar en el estado Carabobo.

3.5. Técnicas e instrumentación de recolección de datos

Arias, (2006), establece a la técnica como: “el procedimiento o forma particular de obtener datos o información”, en este sentido se utilizarán diferentes técnicas, como son la revisión documental y la entrevista.

Se va a aplicar un instrumento de recolección de datos en documentos en línea referentes al tema y, a su vez, se realizarán entrevistas a ingenieros civiles inscritos en el Colegio de Ingenieros que tengan experiencia en el ámbito de gestión de riesgos en la construcción.

3.5.1. Microsoft Excel

Microsoft Excel es una hoja de cálculo desarrollada por Microsoft el 30 de septiembre de 1985 para Windows originalmente. Cuenta con funciones tales como cálculo, herramientas gráficas, tablas dinámicas y un lenguaje de programación macro llamado Visual Basic para aplicaciones. Excel forma parte de la suite de software Microsoft Office.

3.5.2. Autodesk Revit

Autodesk Revit es un software de Modelado de información de construcción (BIM, Building Information Modeling), para Windows, desarrollado por Revit Technology Corporation el 5 de abril del 2000, actualmente es desarrollado por Autodesk. Permite al usuario diseñar con elementos de modelación y dibujo paramétrico.

3.5.3. MaPreX

Es una herramienta básica desarrollada por Datalaing como una alternativa para el rápido manejo de información en la elaboración de presupuestos, cronogramas y análisis de precios unitarios, mediante el uso, comprensión y aplicación de herramientas de software, combinado con una amplia Base de Datos, con la posibilidad de exportar contenidos a Microsoft Excel.

3.5.4. Oracle Crystal Ball

Es un conjunto de programas basados en la aplicación de modelos predictivos, previsión, simulación y optimización de manera que permite identificar las variables críticas de un análisis que se esté realizando. Comúnmente se utiliza como una extensión de Microsoft Excel.

Uno de los usos más comunes de Oracle Crystal Ball es desarrollar la simulación de Monte Carlo, el cual es una técnica empleada para estudiar cómo responde un modelo a entradas generadas de forma aleatoria. Entre los sistemas analizados mediante la simulación Monte Carlo se incluyen modelos financieros, físicos y matemáticos.

3.6. Técnicas de Análisis

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010), “El análisis se inicia con ideas preconcebidas, basadas en las hipótesis formuladas. Una vez recolectados los datos numéricos, éstos se transfieren a una matriz, la cual se analiza mediante procedimientos estadísticos.” Con los resultados obtenidos en las entrevistas es posible obtener cierto análisis sobre procesos en la elaboración de un análisis de riesgo para los procesos constructivos de una edificación unifamiliar.

3.7. Fases Metodológicas

- **FASE I “Diagnosticar el análisis de riesgo en edificaciones unifamiliares bajo el enfoque del PMI.”**

Se realizará una revisión de fuentes bibliográficas acerca de la gestión de riesgos, gestión de costos y tiempo, y de la tecnología BIM que incide directamente en la octava dimensión propuesta de la misma, en el proyecto a desarrollar, se utilizará como herramienta de análisis de riesgo un programa de gestión de proyectos, donde además se recopilará un modelo de una edificación planta tipo que contengan las etapas al costo y tiempo.

- **FASE II “Analizar las variables dentro del diagnóstico de análisis de riesgo en edificaciones unifamiliares utilizando la metodología BIM.”**

Se analizarán todas las variables que pueden incidir sobre el modelo base a analizar, y de tal forma crear una metodología de resolución de problemas y ocurrencias que puedan influir en la ejecución de una vivienda unifamiliar, con la finalidad de ser utilizada en la elaboración de los lineamientos básicos.

- **FASE III “Realizar un estudio comparativo sobre los fundamentos dentro de la tecnología BIM en la octava etapa propuesta y del modelo PMI para gestión de proyectos.”**

Las variables y las características, obtenidas al analizar y al recopilar la información documental y técnica existente, se analizarán de manera tal que sea posible la elaboración de un cuadro comparativo donde se logre visualizar la importancia de uso y aplicación tanto de la metodología BIM como de la gestión de riesgo analizada en la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos del modelo PMI.

- **FASE IV “Elaborar lineamientos para la realización para la realización de análisis de riesgo ajustados a la octava etapa propuesta de la tecnología BIM basado en el uso de un modelo PMI para edificaciones unifamiliares en el Estado Carabobo.”**

Elaborar lineamientos que permitan ofrecer una solución que abarque todos los problemas representativos en el proceso constructivo, enfocándose principalmente en el costo, la calidad y el tiempo. Y de tal forma, se puedan minimizar los riesgos negativos que estadísticamente presenten mayor probabilidad de ocurrencia para las edificaciones unifamiliares.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

FASE I. Diagnosticar el análisis de riesgo en edificaciones unifamiliares bajo el enfoque del PMI.

Para el desarrollo de la primera fase del trabajo de investigación, se debió partir de un proyecto que tuviese un modelado, un presupuesto y un cronograma elaborado anteriormente. Con ayuda de las herramientas de identificación de riesgos proporcionado por el PMI, se diagnosticaron los riesgos del proceso constructivo de una vivienda unifamiliar en base a estudios previos junto a un análisis de expertos en el tema. La información correspondiente al Presupuesto de Obras, Análisis de Precios Unitarios que fueron elaborados con anterioridad empleando para ello el programa MaPreX, que a su vez se utilizó para calcular los días hábiles, en función del rendimiento, determinando la duración de cada partida y a su vez la duración total de la obra, de esta forma presentar un cronograma de ejecución donde se incluya cada actividad. (*Ver Apéndice A*). Se utilizó como equipo una computadora Acer Aspire M5, del año 2013, con 8GB de memoria RAM y procesador Intel i5 de tercera generación. Las aplicaciones utilizadas se ejecutaron utilizando versiones estudiantiles o de prueba con fines didácticos.

4.1.1. Entrevistas

Primeramente, se entrevistó al Ingeniero Civil Bernardo García quien es Especialista, Consultor y Facilitador en Gerencia de Proyectos. A continuación, se presentará la entrevista realizada:

1) ¿Sabe usted cuáles son los riesgos más importantes a considerar en el análisis de la construcción de una vivienda unifamiliar?

Los riesgos más importantes son aquellos relacionados con los requisitos del diseño de la vivienda multifamiliar, que son el punto de partida de cualquier proyecto de arquitectura para proyectos de obras civiles en este caso en particular.

Si los requisitos no son claros y no satisfacen la demanda del mercado, hay un riesgo de perder la inversión y el prestigio de la organización que realiza el proyecto. Aquí hay un aspecto muy importante relacionado con la funcionalidad del proyecto, el cual debe estar relacionado con la satisfacción de quienes van habitar esa vivienda y de allí la importancia de un anteproyecto de arquitectura y unos estudios de viabilidad técnica, considerando la opinión de los futuros compradores (Interesados).

Este es el primer y el principal riesgo del éxito de un proyecto de vivienda unifamiliar.

Si esto sale bien, lo que viene es bueno, de lo contrario se espera cualquier cosa.

BIM, te ayuda a entender los requisitos de un proyecto de vivienda unifamiliar cuando modelas y trabajas en un ambiente colaborativo.

PMBOK, es muy claro porque te pide dos documentos desde el inicio, el primero el documento de requisitos y el segundo una matriz de trazabilidad para ser utilizada durante la construcción tradicional y que el PM, construya lo que está documentado.

2) ¿Cuál ha sido el riesgo más impactante, personalmente, que ha detectado en su carrera profesional?

Una pobre definición del alcance del proyecto y del producto (Esto se desprende de lo anterior). Requisitos pobres, mal definidos, la implicación pobre proyecto.

BIM, requiere conocer con una alta precisión todo lo que se va hacer antes de construir (alcance)

3) Según su opinión, ¿en dónde impactan, en general, los riesgos que afectan a una vivienda unifamiliar?

Tiene varios impactos:

a. En el cliente/Interesado que requiere la solución habitacional

b. La organización responsable del proyecto, pierde credibilidad

c. En el tiempo de ejecución de la obra, debido a los cambios frecuente de requisitos y por ende de alcance. (BIM prevé esta situación con su maqueta paramétrica) No he construido y puedo navegar y ver los requisitos que no están presentes y que fueron solicitados por los interesados de la solución habitacional.

- d.- En el presupuesto de la Obra
- e.- En la Calidad del entregable (solución unifamiliar)

4) ¿Cuáles son las posibles estrategias de cobertura de riesgos que usted practica?

Bajo la óptica de la gestión de riesgos en obras, el PMBOK nos habla de cinco estrategias para manejar los riesgos de las obras:

- a.- Mitigar
- b.- Eliminar
- c.- Transferir
- d.-Aceptar
- e.- Escalar

Nota; Toda obra de arquitectura e ingeniería debe contar con un análisis de riesgos serio usando las buenas prácticas de la Gerencia de Proyectos de Construcción PMBOK Ext. Construcción.

5) ¿Cuáles riesgos se deben tomar en cuenta de mayor manera y cuáles riesgos pueden ignorarse, o prestarle menos atención, en la construcción de una vivienda unifamiliar?

En una obra todos los riesgos identificados desde el inicio del proyecto (desde que surge la idea) son importantes, la diferencia está en su probabilidad e impacto y por ende en la amenaza.

6) ¿Como la metodología BIM empleada en la gestión de riesgo, puede evitar pérdidas, tanto humanas, como económicas?

BIM, nos ayuda a prever con la aplicación de su propia metodología (Dimensiones) el que seamos más eficiente en el proceso y por consecuencia tener ahorros en presupuesto y una entrega de la obra antes de lo previsto, de acuerdo a las experiencias en España, Inglaterra, USA, entre otros países del mundo.

7) ¿Quién debe ser el responsable de realizar un análisis de riesgo en la construcción de viviendas unifamiliares?

De acuerdo al PMI, el único responsable de la ejecución exitosa de una obra de construcción (Viviendas Unifamiliares) es el gerente del proyecto, pero este rol se

ejerce y se obtiene el resultado deseado cuando el PM. tienes habilidades y cuenta con un equipo de arquitectos e ingenieros con conocimientos, experiencia y compromiso con el proyecto y la organización.

8) *¿Quién debe ser el responsable de realizar un análisis de riesgo en la construcción de viviendas unifamiliares?*

El Gerente de Proyectos, su equipo de expertos y posiblemente algunos ingenieros con certificaciones en materia de riesgo de proyectos.

4.1.2. Vivienda a analizar

Para realizar la gestión correcta de riesgos de una edificación de tipo unifamiliar, se utilizará como ejemplo la planificación estimada para una vivienda de dos plantas, con dimensiones de $145m^2$, con un costo de inversión de proyecto de 9.237.582.383,65 Bs y contará con una reserva de contingencia de 900.000.000 Bs. Los precios expuestos datan de enero del año 2020 y provienen de la base de datos del programa MaPreX de dicha fecha mencionada. (ver Figura 17 y 18)



Figura 17. Vista en 3D de vivienda tipo unifamiliar.

Fuente: Guerra, D. (2020).



Figura 18. Vista de planta de vivienda tipo unifamiliar.

Fuente: Guerra, D. (2020).

Tomando como base la vivienda unifamiliar de 145m² se procede a utilizar el programa de planificación de tiempo y costos, MaPreX, con la finalidad de obtener las partidas relevantes al momento de la construcción de la obra. Se utilizarán partidas definidas por la norma COVENIN 2000-92 referente a las Mediciones y Codificaciones de Partidas para estudios, proyectos y construcción, donde se incluyeron las referentes a la fase constructiva, específicamente las siguientes sub-fases:

- Obras preliminares.
- Movimiento de tierra y urbanismo.
- Estructuras.
- Obras arquitectónicas.
- Instalaciones Eléctricas.
- Instalaciones Sanitarias.
- Transporte.

Se identificaron 112 partidas que incluyen todas las sub-fases antes mencionadas. Para ver con detalle las partidas consultar el *Apéndice A*.

4.1.3. Planificación

Tomando como base los datos obtenidos al realizar el presupuesto estimado en MaPreX se calculó la cantidad de días necesarios para la culminación de cada tarea utilizando el rendimiento estimado en la base de datos del programa. Seguidamente se realizó un Diagrama de Gantt para observar el día de inicio y final de cada una de las sub-fases. (*ver Apéndice B*)

A continuación, se presenta un Diagrama de Gantt resumido donde se observa el inicio y final de cada una de las fases. La obra se estima que se construirá desde el 1 de enero del 2020 hasta el 9 de septiembre del 2020. (*ver Figura 19*)

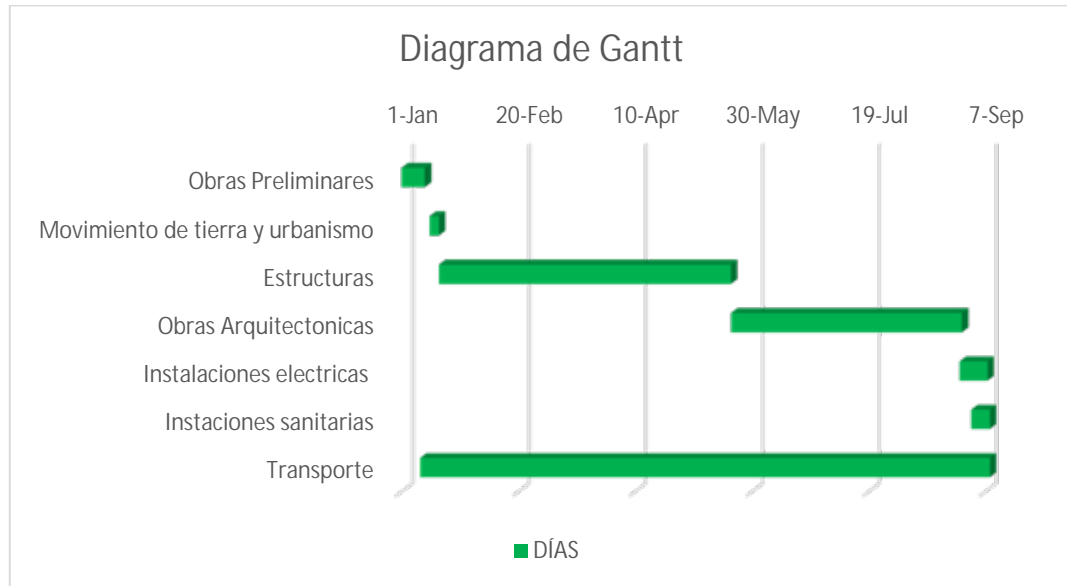


Figura 19. Diagrama de Gantt.
Fuente: Guerra, D. (2020).

FASE II “Analizar las variables dentro del diagnóstico de análisis de riesgo en edificaciones unifamiliares utilizando la metodología BIM.”

4.2.1. Identificación de Riesgos

Debido a la importancia que radica en cada uno de los riesgos que pueden afectar el desempeño de una obra, se escogerán riesgos identificados como comunes en la construcción de viviendas unifamiliares. (Ver tabla 1)

Ejecución de la obra	Replanteo erróneo de columnas.
	Dificultad al realizar despeje del terreno (tala de vegetación herbácea y carga)
	Incluye excavaciones y construcciones de terraplenes y relleno compactado
	Mezcla del concreto inadecuada
	Separación inadecuada del acero transversal
	Separación inadecuada del acero longitudinal
	Falta de acero de retracción cuando no se colocan mallas de acero en losas
	Defectuosa disposición de encofrados.
	Depósito brusco de hormigón, con hundimiento de plantas en construcción
	Inadecuada protección del acero

Ejecución de la obra	Defectos en las uniones (soldaduras defectuosas, grietas, burbujas, discontinuidad, impurezas, etc)
	Impericia o descuido en el manejo de las máquinas, causa de innumerables daños tanto a la propia obra como a terceros.
	Anclaje inapropiado (paredes, puertas y ventanas no anclados adecuadamente a la estructura)
	Incorrecta ejecución de los techos con colocación de pendientes y solapes inadecuados
	Empleo de materiales defectuosos o inadecuados. Estos factores normalmente originan grandes siniestros.
	Posicionamiento erróneo de instalaciones sanitarias y/o eléctricas.
	Ocurrencia de accidentes o fallas mecánicas en el transporte para todos los materiales necesarios para llevar a cabo la construcción
Dirección de proyectos	Equipo de proyecto incapaz
	Falta de compromiso en el proyecto del equipo de trabajo
	Falta o inexistencia de recursos planificados
	Falta de capacidad de gerencia para definir estrategias
	Falta de recursos que permitan la correcta dirección y ejecución
Externo	Ausencia de software para el desarrollo de etapas de trabajo
	Cambios en el alcance
	Condiciones climatológicas
	Incumplimiento de cronograma
	Robo o vandalismo
	Atrasos en la entrega de materiales
	Aumento en los costos de los materiales
	Falta de mano de obra calificada
	Calidad deficiente en los materiales
	Incendio
Oposición de la comunidad con el proyecto	
Gerencial	Atrasos en contrataciones
	Accidentes laborales
	Falta de seguimiento de las actividades

Tabla 1. Riesgos a considerar.

Fuente: Guerra, D. (2020).

Para la identificación de los riesgos del proyecto, se utilizaron búsquedas bibliográficas de accidentes previos en las construcciones civiles y, además, se realizaron entrevistas a expertos en el tema. Con la técnica de análisis con lista de verificación, se identificarán los riesgos categorizándolos por tareas separadas. Las variables a analizar en cada Riesgo será la incertidumbre en costos y la incertidumbre en el cronograma planificado por el equipo de proyecto.

4.2.2. Análisis cualitativo y cuantitativo

Luego de su identificación, se analizarán los riesgos de forma cualitativa y cuantitativamente de la fase constructiva de la obra en cuestión. Para su análisis cualitativo, se analizarán los riesgos por su grado de incertidumbre, donde al no cumplirse una de las tareas en el tiempo estipulado, puede poner en riesgo las siguientes en su lista. Se realizó una estructura de desglose de riesgos, agrupando los riesgos y organizándolos, donde se llevará a una planilla de registro de riesgos, categorizando y analizando los riesgos en la ejecución de la obra con su tipo de incidencia (si es negativo o positivo). En el registro de riesgos se visualizará la magnitud de incidencia en el proyecto, multiplicando la probabilidad por el impacto del mismo. (Ver tabla 2)

Registro de Riesgos				
Act.	Riesgos	Probabilidad	Impacto	Magnitud
1	Equipo de proyecto incapaz	25%	64%	16%
2	Falta de compromiso en el proyecto del equipo de trabajo	28%	32%	9%
3	Falta o inexistencia de recursos planificados	16%	25%	4%
4	Falta de capacidad de gerencia para definir estrategias	32%	28%	9%
5	Falta de recursos que permitan la correcta dirección y ejecución	26%	77%	20%
6	Ausencia de software para el desarrollo de etapas de trabajo	45%	42%	19%
7	Cambios en el alcance	12%	50%	6%
8	Condiciones climatológicas	21%	43%	9%
9	Incumplimiento de cronograma	9%	11%	1%
10	Robo o vandalismo	60%	10%	6%
11	Atrasos en la entrega de materiales	63%	14%	9%
12	Aumento en los costos de los materiales	94%	6%	6%
13	Falta de mano de obra calificada	24%	25%	6%
14	Calidad deficiente en los materiales	12%	8%	1%
15	Incendio	12%	33%	4%
16	Oposición de la comunidad con el proyecto	32%	38%	12%
17	Atrasos en contrataciones	25%	36%	9%
18	Accidentes laborales	15%	40%	6%
19	Falta de seguimiento de las actividades	19%	47%	9%

Act.	Riesgos	Probabilidad	Impacto	Magnitud
20	Mala asignación de responsabilidades	45%	20%	9%
21	Bajo rendimiento de trabajadores	32%	28%	9%
22	Deficiente especificaciones de actividades	22%	55%	12%
23	Incumplimiento de protocolos de control y monitoreo	20%	80%	16%
24	Error en el diseño constructivo	40%	45%	18%

Tabla 2. Registro de riesgos y cálculo de magnitud de cada uno cualitativamente.

Fuente: Guerra, D. (2020).

Para elaborar la probabilidad y el impacto de cada riesgo en la ejecución de la obra, se analizarán de forma cuantitativa utilizando como herramienta Oracle Crystal Ball, donde por la simulación de Montecarlo, pronostica situaciones de riesgo de forma eficiente para la toma de decisiones, con la utilización de una hoja de cálculo Microsoft Excel. Para analizar la incertidumbre en costos, se introduce el presupuesto real y una estimación introduciendo situaciones optimistas y pesimistas para cada riesgo identificado. De igual forma sucederá con el análisis de incertidumbre en el tiempo, se introducirán las situaciones pesimistas, reales y optimistas para cada riesgo identificado (ver tabla 3)

Act.	Riesgos	Probabilidad	Impacto	Magnitud
1	Replanteo erróneo de columnas.	38%	60%	23%
2	Dificultad al realizar despeje del terreno (tala de vegetación herbácea y carga)	39%	57%	22%
3	Incluye excavaciones y construcciones de terraplenes y relleno compactado	37%	60%	22%
4	Mezcla del concreto inadecuada	37%	60%	22%
5	Separación inadecuada del acero transversal	18%	80%	14%
6	Separación inadecuada del acero longitudinal	50%	49%	25%
7	Falta de acero de retracción cuando no se colocan mallas de acero en losas	37%	60%	22%
8	Defectuosa disposición de encofrados.	39%	59%	23%

Act.	Riesgos	Probabilidad	Impacto	Magnitud
9	Depósito brusco de hormigón, con hundimiento de plantas en construcción	41%	58%	24%
10	Inadecuada protección del acero	39%	56%	22%
11	Defectos en las uniones (soldaduras defectuosas, grietas, burbujas, discontinuidad, impurezas, etc)	38%	59%	22%
12	Anclaje inapropiado (paredes, puertas y ventanas no anclados adecuadamente a la estructura)	38%	60%	23%
13	Incorrecta ejecución de los techos con colocación de pendientes y solapes inadecuados	36%	62%	22%
14	Empleo de materiales defectuosos o inadecuados. Estos factores normalmente originan grandes siniestros.	38%	59%	22%
15	Posicionamiento erróneo de instalaciones sanitarias y/o eléctricas.	41%	55%	23%
16	Ocurrencia de accidentes o fallas mecánicas en el transporte para todos los materiales necesarios para llevar a cabo la construcción	38%	58%	22%

Tabla 3. Registro de riesgos y cálculo de magnitud de cada uno cuantitativamente.

Fuente: Guerra, D. (2020).

4.2.3. Acciones y medidas para los riesgos analizados

Identificados los riesgos, se definen las acciones y medidas sugeridas por el equipo de proyecto y la frecuencia en que deben ser revisadas las actividades identificadas con mayor probabilidad de riesgo (*ver tabla 4*)

Act.	Riesgos	Acción	Medida sugerida	Frecuencia
1	Replanteo erróneo de columnas.	Mitigación	Supervisión periódica de labores	Cada hora
2	Dificultad al realizar despeje del terreno (tala de vegetación herbácea y carga)	Mitigación	Contar con el equipo para la realización de la labor	Diaria

Act.	Riesgos	Acción	Medida sugerida	Frecuencia
3	Incluye todo lo referente a excavaciones y construcciones de terraplenes y relleno compactado	Evitar	Realizar un estudio de suelos previo y planificar pasos para la finalización del trabajo.	Diaria
4	Mezcla del concreto inadecuada	Aceptación	Contar con plan de actividades en paralelo mientras se espera la mezcla adecuada	Varía
5	Separación inadecuada del acero transversal	Mitigación	Contar con un equipo de trabajo con experiencia	Diaria
6	Separación inadecuada del acero longitudinal	Mitigación	Contar con un equipo de trabajo experimentado	Diaria
7	Falta de acero de retracción cuando no se colocan mallas de acero en losas	Evitar	Buena gestión de materiales y organización de tareas	Diaria
8	Defectuosa disposición de encofrados.	Evitar	Inspección in situ al momento del colocado de encofrados.	Cada hora
9	Depósito brusco de hormigón, con hundimiento de plantas en construcción	Evitar	Contratación de equipo de trabajo experimentado	Diario
10	Inadecuada protección del acero	Transferencia	Sub-contratación de empresa especializada	Diario
11	Defectos en las uniones (soldaduras defectuosas, grietas, burbujas, discontinuidad, impurezas, entre otros)	Aceptación	Plan patológico de estructuras	Semanal

Act.	Riesgos	Acción	Medida sugerida	Frecuencia
12	Anclaje inapropiado (paredes, puertas y ventanas no anclados adecuadamente a la estructura)	Mitigación	Establecer un plan de monitoreo y control en la obra	Diario
13	Incorrecta ejecución de los techos con colocación de pendientes y solapes inadecuados	Evitar	Contratación de equipo de trabajo experimentado	Diario
14	Empleo de materiales defectuosos o inadecuados. Estos factores normalmente originan grandes siniestros.	Mitigación	Plan de verificación de materiales para su debida aceptación	Semanal
15	Posicionamiento erróneo de instalaciones sanitarias y/o eléctricas.	Evitar	Plan de inspección de actividades	Diario
16	Ocurrencia de accidentes o fallas mecánicas en el transporte para todos los materiales necesarios para llevar a cabo la construcción	Aceptación	Contratación de transporte adicional	Mensual
17	Equipo de proyecto incapaz	Mitigación	Supervisión de labores	Semanal
18	Falta de compromiso en el proyecto del equipo de trabajo	Mitigación	Comunicación constante	Semanal
19	Falta o inexistencia de recursos planificados	Aceptación	Contar con presupuesto para imprevistos	Semanal
20	Falta de capacidad de gerencia para definir estrategias	Mitigación	Contratar especialista en gestión de proyectos	Ocasional
21	Falta de recursos que permitan la correcta dirección y ejecución	Mitigación	Contar con presupuesto para inversión	Ocasional

Act.	Riesgos	Acción	Medida sugerida	Frecuencia
22	Ausencia de software para el desarrollo de etapas de trabajo	Evitar	Contar con aplicaciones que permitan desarrollar ciertas etapas del trabajo	Ocasional
23	Cambios en el alcance	Mitigación	Definir claramente la gestión de alcance	Ocasional
24	Condiciones climatológicas	Aceptación	Tener un plan de actividades que puedan ser realizadas bajo techo	Mensual
25	Incumplimiento de cronograma	Mitigación	Supervisión constante de labores	Diario
26	Robo o vandalismo	Transferencia	Tener empresa de vigilancia nocturna	Diario
27	Atrasos en la entrega de materiales	Mitigación	Realizar revisiones periódicas de inventarios	Mensual
28	Aumento en los costos de los materiales	Transferencia	Considerar el aumento porcentual	Semanal
29	Falta de mano de obra calificada	Mitigación	Contratación de personal sujeto a periodo de prueba	Quincenal
30	Calidad deficiente en los materiales	Mitigación	Plan de revisión de material para su debida aceptación	Diario. (varía)
31	Incendio	Transferencia	Contar con póliza de seguro	Ocasional
32	Oposición de la comunidad con el proyecto	Mitigación	Comunicación constante con la comunidad	Varía
33	Atrasos en contrataciones	Evitar	Contar con plan de adquisiciones	Ocasional

34	Accidentes laborales	Evitar	Aplicar políticas de seguridad ocupacional	Diaria
35	Falta de seguimiento de las actividades	Evitar	Establecer pautas de comunicación organizacional	Semanal
36	Mala asignación de responsabilidades	Mitigación	Establecer plan de roles y responsabilidades efectivo	Semanal
37	Bajo rendimiento de trabajadores	Mitigación	Establecer plan de monitoreo y control	Mensual
38	Deficiente especificaciones de actividades	Mitigación	Comunicación en equipo para corregir deficiencia	Quincenal
39	Incumplimiento de protocolos de control y monitoreo	Mitigación	Establecer plan de monitoreo y control	Semanal
40	Error en el diseño constructivo	Mitigación	Verificación mediante plan de inspección de actividades	Semanal

Tabla 4. Acciones y medidas recomendadas para los riesgos analizados.

Fuente: Guerra, D. (2020).

FASE III “Realizar un estudio comparativo sobre los fundamentos dentro de la tecnología BIM en la octava etapa propuesta y del modelo PMI para gestión de proyectos.”

4.3.1. Riesgos en la metodología BIM y la guía PMBOK

Los riesgos, es una de las áreas que no se tratan en la metodología BIM actual, de igual forma lograr identificar los riesgos no se imposibilita debido a la cantidad de procesos que intervienen en la gestión de proyectos de BIM, lo que da la posibilidad de la entrada de la 8va Dimensión propuesta por el Ing. Leonardo Mata.

Dentro de los roles considerados en la bibliografía BIM, está el Director de Proyectos BIM, que se le puede asignar funciones y responsabilidades como gestionar y controlar los riesgos.

Tomando como fuente la guía PMBOK, es posible gestionar los riesgos de forma eficiente y plasmarlos en diferentes plataformas que proporciona BIM. Al incidir diferentes variables que, al gestionarse de forma errónea, producen incertidumbres.

4.3.2. Semejanzas y diferencias entre la metodología BIM y la guía PMBOK.

El siguiente cuadro contiene las variables de riesgos que inciden en el proyecto basado en la metodología BIM y que tanto la guía PMBOK como BIM, proporcionan herramientas para la gestión de la misma:

<div style="text-align: center;">PMBOK</div> <div style="text-align: center;">BIM</div>	Semejanzas	Diferencias
Documentación	Gestión de comunicación e integración del proyecto. Contienen herramientas que facilitan la visualización de documentos importantes. Generación de correlaciones entre sus procesos.	El PMBOK aplica para planillas de actualización de documentos. BIM permite la visualización virtual del proyecto en tiempo real.
Recolección de datos y simulaciones	La información recolectada puede ser tratada en redes físicas o virtuales.	Las plataformas proporcionadas por BIM logran simulaciones efectivas.

<p style="text-align: center;">PMBOK</p> <p style="text-align: center;">BIM</p>	<p style="text-align: center;">Semejanzas</p>	<p style="text-align: center;">Diferencias</p>
<p style="text-align: center;">Recolección de datos y simulaciones</p>	<p>Engloba elementos con mucha información referente al proyecto.</p>	<p>BIM no posee un proceso metodológico de análisis de riesgo, PMBOK proporciona herramientas para simulaciones de riesgo.</p>
<p style="text-align: center;">Inspección</p>	<p>Se requiere actualización constante de documentación. Se obtienen reportes de todos los procesos.</p> <p>Es necesario un equipo de gestión de proyectos.</p>	<p>Actualización en tiempo real de planos 2D y modelos 3D en BIM.</p> <p>BIM proporciona una plataforma de comunicación en caso de desviaciones del proyecto.</p> <p>PMBOK proporciona herramientas analíticas de entendimiento de variables.</p>
<p style="text-align: center;">Ingeniería colaborativa</p>	<p>Disponen de gestión de comunicación, propiciando el trabajo colaborativo.</p> <p>Se proporcionan herramientas de interacción.</p> <p>Las actividades pueden ser elaboradas en paralelo siguiendo los procedimientos correctos de las dos metodologías.</p>	<p>BIM proporciona plataformas de comunicación efectiva y trabajo colaborativo.</p> <p>BIM gestiona cambios en tiempo real, disconformidades y desviaciones simultáneamente.</p>

<div style="text-align: center;">PMBOK</div> <div style="text-align: center;">BIM</div>	Semejanzas	Diferencias
Estimaciones de costo, tiempo y alcance	Se exige en cada uno de los procesos de gestión de proyectos, el análisis de costo, tiempo y alcance.	Generación de objetivos cronogramas y presupuestos en tiempo record por parte de las plataformas virtuales. Se permite la exportación de documentos a otras plataformas.

Tabla 5. Semejanzas y diferencias entre la metodología BIM y la guía PMBOK.

Fuente: Guerra, D. (2020).

FASE IV “Elaborar lineamientos para la realización de análisis de riesgo ajustados a la octava etapa propuesta de la tecnología BIM basado en el uso de un modelo PMI para edificaciones unifamiliares en el Estado Carabobo.”

4.4.1. Lineamientos para la gestión de riesgos de viviendas unifamiliares.

Con la finalidad de minimizar los riesgos que producen pérdidas económicas y, alteraciones en el cronograma y alcance, se elaborarán lineamientos que permitan la visualización de los procedimientos correspondientes para la gestión de riesgos de un proyecto, donde se mostrarán herramientas que ingeniería colaborativa para la gestión eficiente de un equipo de trabajo.

Los lineamientos dispondrán de explicaciones del uso de BIM para la gestión de riesgos de un proyecto, donde gracias a herramientas proporcionadas por esta metodología, se identificarán y analizarán, tanto de forma cualitativa como

cuantitativamente, los riesgos de un proyecto de construcción de una vivienda unifamiliar. Estos lineamientos pueden ser aplicados de forma general, dependiendo de la naturaleza de la obra, en la construcción de obras civiles, debido a que, a pesar de ser ejemplificado en viviendas unifamiliares, cada procedimiento define medidas sugeridas de gestión de riesgos correcta, aplicadas dependiendo de la naturaleza de la obra en estudio.

La importancia de estos lineamientos radica en la explicación de forma detallada los procedimientos de un proyecto, detectando errores que pueden afectar las áreas funcionales de un equipo de trabajo de un proyecto. el objetivo inicial de los lineamientos es capacitar a un equipo de trabajo, así como servir de elemento de consulta para la realización de actividades específicas.

Para consultar dichos lineamientos con detalle, consultar el *Apéndice E*.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Dada la complejidad de la metodología BIM, se hace necesaria la gestión de los riesgos que no están lo suficientemente considerados por los gestores exclusivos de la metodología BIM y la dirección de proyectos según la guía PMBOK. Por lo tanto, es importante la incorporación de computadoras actualizadas, para el manejo de modelos digitales, y la utilización de aplicaciones de gestión de riesgos adaptados a las variables modernas. No obstante, se logró realizar un trabajo utilizando computadoras con especificaciones deficientes para el año en curso.

Se hace constar de la posible aplicación de la octava dimensión propuesta del BIM por el Ingeniero Leonardo Mata, y, se presenta una metodología cumpliendo con los estándares del PMI.

Se planteó la propuesta para gestión de riesgos utilizando la 6ta. edición de la guía PMBOK, la cual se divide en 6 procesos: identificación, análisis cualitativo, análisis cuantitativo, planificación de respuesta, implementación, monitoreo y control. Demostrando como puede prevenirse cada una de los riesgos antes de su ocurrencia.

Gracias al análisis cualitativo y cuantitativo, se permitió implementar decisiones asertivas con respecto a la probabilidad de ocurrencia de eventos negativos en la fase de ejecución del proyecto.

Se puede observar que el uso de las herramientas BIM, es mantener actualizada la información histórica de intervenciones, actualizaciones de cronograma y costo, reporte de objetivos y avance físico del proyecto, entre otros.

El trabajo permite reducir posibles retrasos y sobre-costos logrando una previsión del impacto que tiene cada uno de los riesgos identificados a lo largo de la ejecución de una obra.

La utilización de los lineamientos básicos presentados implica una reducción en los gastos administrativos referentes a la gestión de riesgos y proyectos, ya que se está proporcionando una herramienta con metodología BIM, basado en la guía PMBOK del PMI.

A pesar de que existen diferentes enfoques de la gestión de riesgo, no se tiene una forma explícita con métodos específicos para gestionar riesgos con la utilización de herramientas tecnológicas.

Al existir diferentes tipos de riesgos en una construcción, clasificados en internos y externos, se tomaron en cuenta los riesgos internos considerando solo riesgos locales, con el objetivo de dar respuestas que permitan disminuir los riesgos locales del tipo operacional, específicamente en los riesgos dados a los recursos y a la construcción de la edificación en sí, de esta forma dar facilidad en el entendimiento de las aplicaciones que conlleva la octava dimensión establecida.

La octava dimensión de BIM, se basa directamente en la disminución de riesgos administrativos, operacionales, medioambientales y de seguridad laboral. Para este trabajo de grado, se tomaron en cuenta los riesgos que infieren en la parte operacional de la construcción, como aquellos riesgos cometidos por errores humanos, fallos o procesos internos que conducen a gastos adicionales tanto en el proyecto como en la ejecución de la obra, dando así apertura a un enfoque diferente que pueda ser tomado en cuenta en dicha dimensión.

5.2. Recomendaciones

Se insta a la utilización de los lineamientos básicos presentados, requiriendo la consideración de otros riesgos dependiendo de la naturaleza y tipo de obra a ejecutar,

y a su vez, la implementación de la una planilla de gestión de riesgos, donde se ingresará información correspondiente a las matrices y tablas analizadas, con el fin de tomar decisiones para reducir riesgos.

Realizar una gestión de riesgos que incluya tanto riesgos negativos, como positivos para el proyecto, debido a que el análisis de los riesgos positivos no es parte de los objetivos y alcance del trabajo de grado, debido a la limitación en el tiempo de realización de la misma.

La incorporación de la metodología BIM debe tomarse en cuenta de mejor manera al momento de gestionar un proyecto de construcción, en los apartados referentes al alcance, los recursos, la calidad, las comunicaciones y las adquisiciones a gestionar. Esto con el fin de mejorar el acceso a la información y los datos referentes al proyecto.

Incentivar al uso de la metodología BIM tanto en las siete dimensiones ya aceptadas internacionalmente como para la inclusión de la 8va dimensión propuesta referente a la gestión de riesgo. Con el objetivo final de permitir una gestión de riesgos a lo largo del desarrollo del proyecto, y así minimizar percances en el mismo.

Elaborar un estudio sobre los riesgos externos a profundidad, donde se incluyan las variables referentes a la situación nacional actual. Y a su vez, actualizar los lineamientos con respecto a las características de la guía PMBOK en su séptima edición, para así presentar un proyecto que englobe todas las situaciones que pueden causar riesgos, ya sean interna o externamente.

Capacitar al personal de empresas constructoras de obras civiles con las nuevas tecnologías y metodologías para gestión de proyectos, reduciendo los riesgos referentes de dicho proyecto.

Incluir en contenidos programáticos de las escuelas de ingeniería civil y arquitectura, la metodología BIM y la metodología de gestión de proyectos

proporcionada por el PMI, y así lograr una mejor preparación de los futuros profesionales en el tema.

Implementar el estudio de riesgos basado en el PMI en otras obras civiles de gran envergadura, como viviendas multifamiliares, edificaciones comerciales, entre otros, y así lograr la inclusión de la octava dimensión propuesta en todos los ámbitos de la construcción civil.

Utilizar un equipo de expertos en gestión de riesgos para realizar un análisis cualitativo, tomando en cuenta la opinión de diferentes expertos en el tema.

Se debe realizar un estudio de factibilidad de los lineamientos elaborados, a través de un trabajo de grado, para determinar la viabilidad de los mismo.

En investigaciones posteriores se deben tomar en cuenta todos los riesgos que pueden influir en la elaboración y ejecución de un proyecto, con la finalidad de realizar una investigación de alcance amplio y así generar respuesta a todos los posibles riesgos a tomar en cuenta en la octava dimensión propuesta de BIM.

REFERENCIAS

- Arias, F. (2006). **El Proyecto de Investigación Guía para su Elaboración**. Editorial: Episteme.
- Astorga A. y Rivero P. (2009) **Patología en las edificaciones**. CIGIR. España.
- Castañeda C. (2015). **Gestión de riesgos en el planteamiento de actividades de proyectos en obras civiles**. Trabajo de grado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú.
- García P. y Morales S., (2017). **Propuesta de implementación de la gestión de la planificación para proyectos en base a los lineamientos del PMBOK del PMI, para la reducción de costos de una empresa de proyectos industriales y mineros**. Trabajo de grado. Universidad Católica de San Pablo. Colombia.
- Hernández H., Fernández C. y Baptista P. (2010). **Metodología de la investigación**. Editorial: Mc Graw Hill.
- Latorre A., Sanchez B., Sanz C. y Marina V. **Aplicación del *D en los principios LEAN para la mejora de la seguridad y prevención de obras de edificación**. Universidad de Navarra. España.
- Monje C. (2011). **Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa**. Universidad Surcolombiana.
- Gido J. y Clements J. (2012). **Administración exitosa de proyectos**. Cengage Learning. Colombia.
- Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos**. (2013). Project Management Institute. Universidad Surcolombiana.
- Gido J. y Clements J. (2012). **Administración exitosa de proyectos**. Cengage Learning. Colombia.
- Romero J. y Aguilera S. (2014). **Formulación de un modelo de Gestión del Riesgo para proyectos de construcción de vivienda en altura en la Ciudad de Bogotá, bajo los lineamientos del Project Management Institute (PMI)**. Trabajo de grado. Universidad La Salle. Colombia.

- Rudas L. (2017). **Modelo de gestión de riesgos para proyectos de desarrollo tecnológico.** Trabajo de grado. Centro de Tecnología Avanzada. México.
- Project Management Institute, Inc. (2017). A Guide to the Project Management Body Of Knowledge (PMBOK Guide). Estados Unidos.
- buildingSMART alliance®. (2010). **BIM Project Execution Planning Guide.** Estados Unidos. Consultar en: <https://www.nibs.org/page/bsa>.

APÉNDICE A

Presupuesto estimado realizado en MaPrex, se pueden visualizar el detalle, días estimados y costos de cada una de las partidas.

Universidad José Antonio Páez						PRESUPUESTO	
Obra: Vivienda Unifamiliar de 145m2							
Ubicación: San Diego, Estado Carabobo. Contratante: Daniella Guerra.							
Part No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Rend.	Días Estimados	Precio Unitario	Total Bs.
Trabajos Preliminares							
1	S/C REPLANTEO DE OBRA	m2	324,00	700,00	1,00	39.259,45	12.720.061,80
2	E111120000 CONSTRUCCION PROVISIONAL CONVENCIONAL DE OFICINAS, SIN FRISO NI CIELO RASO.	m2	83,00	10,00	9,00	11.560.246,38	959.500.449,54
3	E111220000 CONSTRUCCION PROVISIONAL CONVENCIONAL DE DEPOSITOS SIN FRISO NI CIELO RASO	m2	62,00	10,00	7,00	5.503.048,79	341.189.024,98
4	E111320000 CONSTRUCCION PROVISIONAL CONVENCIONAL DE VESTUARIOS Y CASETAS, SIN FRISO NI CIELO RASO.	m2	41,00	10,00	5,00	19.874.163,93	814.840.721,13
5	E111400000 CONSTRUCCION PROVISIONAL CONVENCIONAL DE SANITARIOS.	m2	41,00	9,00	5,00	3.972.582,16	162.875.868,56
6	E114101019 ACOMETIDA PROVISIONAL DE ELECTRICIDAD CON TUBO CONDUIT GALVANIZADO SIN ROSCA D= 1", INCLUYE CAJA DE DISTRIBUCION	m	25,00	90,00	1,00	1.053.168,36	26.329.209,00
7	E114203019 ADUCCION PROVISIONAL AGUAS CLARAS CON TUBO DE ACERO GALVANIZADO ISO D=3/4"	m	25,00	30,00	1,00	592.289,54	14.807.238,50
8	E122100000 TALA DE VEGETACION HERBACEA, CON USO DE DESBROZADORA Y/O CORTADORA.	m2	324,00	900,00	1,00	1.035,46	335.489,04
9	E136020000 CARGA CON EQUIPO LIVIANO DEL MATERIAL PROVENIENTE DE LAS DEMOLICIONES O PREPARACION DEL SITIO	m3	903,00	135,00	7,00	11.738,88	10.600.208,64
Movimientos de Tierra							
10	E211100000 EXCAVACION PARA BANQUEOS INCLUYENDO CARGA, EN CUALQUIER TIPO DE MATERIAL, CON EMPLEO DE TRACTORES Y EQUIPO CARGADOR.	m3	90,00	200,00	1,00	107.042,71	9.633.843,90
11	E212100000 EXCAVACION EN PRESTAMO, INCLUYENDO CARGA, EN CUALQUIER TIPO DE MATERIAL CON EMPLEO DE TRACTOR Y CARGADOR.	m3	621,00	400,00	2,00	155.116,17	96.327.141,57
12	E221000000 CONSTRUCCION DE TERRAPLENES, UTILIZANDO MATERIAL TRANSPORTADO POR CAMIONES	m3	414,00	900,00	1,00	78.642,23	32.557.883,22
13	E230000000 CONSTRUCCION DE RELLENO COMPACTADO CON PASO DE MAQUINA	m3	207,00	1.000,00	1,00	18.558,73	3.841.657,11
Estructuras							
14	E311110150 EXCAVACION EN TIERRA A MANO PARA ASIENTO DE FUNDACIONES, ZANJAS U OTROS, HASTA PROFUNDIDADES COMPRENDIDAS ENTRE 0.00 Y 1.50 M.	m3	66,00	6,00	11,00	116.593,80	7.695.190,80
15	E317000000 COMPACTACION DE RELLENOS CON APISONADORES DE PERCUSION, CORRESPONDIENTE A LOS ASIENTOS DE FUNDACIONES, ZANJAS U OTROS.	m3	43,00	70,00	1,00	5.945.598,85	255.660.750,55

Part No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Rend.	Días Estimados	Precio Unitario	Total Bs.
16	E323000121 CONCRETO DE F'C 210 KGF/CM2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE BASES Y ESCALONES.	m3	11,00	15,00	1,00	4.560.251,87	50.162.770,57
17	E324000120 CONCRETO DE F'C 200 KGF/CM2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE PEDESTALES.	m3	2,20	12,00	1,00	3.545.630,79	7.800.387,74
18	E325000120 CONCRETO DE F'C 200 KGF/CM2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE VIGAS DE RIOSTRA, TIRANTES Y FUNDACIONES DE PARED. [CONCRETO PREPARADO EN OBRA]	m3	9,10	10,00	1,00	8.755.245,92	79.672.737,87
19	E326000120 CONCRETO DE F'C 200 kgf/cm2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE LOSA DE FUNDACION, TIPO MACIZA.	m3	32,60	10,00	4,00	8.860.540,28	288.853.613,13
20	E328000120 CONCRETO DE F'C 200 kgf/cm2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE BASE DE PAVIMENTO.	m3	32,60	10,00	4,00	8.899.624,23	290.127.749,90
21	E331100120 CONCRETO DE F'C 200 KGF/CM2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE COLUMNAS RECTANGULARES.	m3	4,90	7,50	1,00	5.052.290,00	24.756.221,00
22	E332000120 CONCRETO DE F'C 200 KGF/CM2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE VIGAS DE CARGA Y MACIZADOS. [CONCRETO PREPARADO EN OBRA]	m3	12,20	10,00	2,00	4.340.604,81	52.955.378,68
23	E333120120 LOSA NERVADA EN UNA DIRECCION, E=20 CM CON CONCRETO F'C 200 KGF/CM2 A LOS 28 DIAS [CONCRETO PREPARADO EN OBRA]	m2	85,00	70,00	2,00	1.076.397,01	91.493.745,85
24	E333315120 LOSA MACIZA, E=15 CM CON CONCRETO F'C 200 KGF/CM2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE. [CONCRETO PREPARADO EN OBRA]	m2	125,00	65,00	2,00	1.003.696,87	125.462.108,75
25	E334000120 CONCRETO DE F'C 200 KGF/CM2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE MACHONES, VIGAS DE CORONA, DINTELES, ARRIOSTRAMIENTO DE PAREDES (MATERIALES NO REGULADOS)	m3	1,10	15,00	1,00	6.880.661,08	7.568.727,19
26	E341010110 ENCOFRADO DE MADERA, TIPO RECTO, ACABADO CORRIENTE, EN CABEZALES DE PILOTES, BASES Y ESCALONES, PEDESTALES, VIGAS DE RIOSTRA, TIRANTES, FUNDACIONES DE PARED, LOSAS DE FUNDACION Y BASES DE PAVIMENTO.	m2	128,00	30,00	5,00	310.913,15	39.796.883,20
27	E342010111 ENCOFRADO DE MADERA, TIPO RECTO, ACABADO CORRIENTE, EN COLUMNAS.	m2	90,00	28,00	4,00	282.222,40	25.400.016,00
28	E342010112 ENCOFRADO DE MADERA, TIPO RECTO, ACABADO CORRIENTE, EN VIGAS DE CARGA.	m2	32,10	26,00	2,00	540.503,54	17.350.163,63
29	E342010113 ENCOFRADO DE MADERA, TIPO RECTO, ACABADO CORRIENTE, EN LOSAS, INCLUYENDO MACIZADOS.	m2	239,00	26,00	10,00	462.203,75	110.466.696,25
30	E342010114 ENCOFRADO DE MADERA, TIPO RECTO, ACABADO CORRIENTE, EN MACHONES, VIGAS DE CORONA, DINTELES Y VIGAS DE RIOSTRA.	m2	16,00	28,00	1,00	389.147,90	6.226.366,40
31	E351110210 SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO FY 4200 KGF/CM2, UTILIZANDO CABILLA IGUAL O MENOR DEL N° 3 (DIAMETRO 3/8") PARA INFRAESTRUCTURA	kgf	540,50	600,00	1,00	78.216,56	42.276.050,68
32	E351120210 SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO FY 4200 KGF/CM2, UTILIZANDO CABILLA NO.4 A NO.7 (1/2" A 7/8"), PARA INFRAESTRUCTURA	kgf	1.056,00	500,00	3,00	78.344,34	82.731.623,04

Part No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Rend.	Días Estimados	Precio Unitario	Total Bs.
33	E351200250 SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE MALLA SOLDADA DE ACERO, PARA INFRAESTRUCTURA (CON MATERIALES NO REGULADO)	kgf	459,00	900,00	1,00	90.664,64	41.615.069,76
34	E352110210 SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO FY 4200 KGF/CM2, UTILIZANDO CABILLAS IGUAL O MENOR AL NO.3 (3/8") PARA SUPERESTRUCTURA	kgf	2.699,00	1.100,00	3,00	77.095,57	208.080.943,43
35	E352120210 SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO FY 4200 KGF/CM2, UTILIZANDO CABILLAS NO.4 A NO.7 (1/2" A 7/8") PARA SUPERESTRUCTURA (CON MATERIAL NO REGULADO)	kgf	1.978,50	1.000,00	2,00	67.377,87	133.307.115,80
36	E352200250 SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE MALLA SOLDADA DE ACERO PARA SUPERESTRUCTURA.	kgf	334,20	900,00	1,00	90.624,01	30.286.544,14
37	E361114100 SUMINISTRO DE PERFILES DE ACERO TUBULARES NACIONALES PARA LA FABRICACION DE ESTRUCTURAS DE ACERO. NO INCLUYE TRANSPORTE.	kgf	6.452,00	500,00	13,00	87.314,87	563.355.541,24
38	E361121100 SUMINISTRO DE PLANCHAS LISAS DE ACERO NACIONALES PARA LA FABRICACION DE ESTRUCTURAS DE ACERO. NO INCLUYE TRANSPORTE.	kgf	91,90	400,00	1,00	80.104,78	7.361.629,28
39	E361220000 FABRICACION DE MIEMBROS DE ACERO MAYOR DE 15 Y HASTA 30 KGF/M DE PESO PARA LA ELABORACION DE ESTRUCTURAS ACERO	kgf	4.781,00	486,00	10,00	28.132,32	134.500.621,92
40	E361230000 FABRICACION DE MIEMBROS DE ACERO MAYOR DE 30 Y HASTA 90 KGF/M DE PESO PARA LA ELABORACION DE ESTRUCTURAS ACERO	kgf	193,00	486,00	1,00	28.132,32	5.429.537,76
41	E361412000 SISTEMA DE PROTECCION EN ESTRUCTURAS DE ACERO, MEDIANTE LA APLICACION DE FONDO Y ESMALTE EPOXICO, SEGUN ESPECIFICACIONES	kgf	6.544,00	1.200,00	6,00	17.645,55	115.472.479,20
42	E361511000 MONTAJE DE ESTRUCTURA METALICA DE ACERO CON CONEXIONES SOLDADAS	kgf	6.539,00	900,00	8,00	19.287,06	126.118.085,34
43	E361611400 SUMINISTRO, FABRICACION, LIMPIEZA Y SISTEMA DE PROTECCION DE ESTRUCTURA CON PERFILES TUBULARES CON CONEXIONES SOLDADAS, SEGUN ESPECIFICACIONES	kgf	6.539,00	500,00	14,00	117.215,75	766.473.789,25
Obras Arquitectónicas							
44	E411011010 CONSTRUCCION DE PAREDES DE BLOQUES HUECOS DE ARCILLA, ACABADO CORRIENTE E=10 CM. NO INCLUYE MACHONES, DINTELES Y BROCALES.	m2	192,00	40,00	5,00	391.319,58	75.133.359,36
45	E411011015 CONSTRUCCION DE PAREDES DE BLOQUES HUECOS DE ARCILLA, ACABADO CORRIENTE E = 15 CM. NO INCLUYE MACHONES, DINTELES Y BROCALES.	m2	252,00	30,00	9,00	448.911,88	113.125.793,76
46	E412102003 CONSTRUCCION DE REVESTIMIENTO INTERIOR EN PAREDES CON MORTERO A BASE DE CAL, ACABADO LISO. INCLUYE FRISO BASE	m2	443,00	15,00	30,00	175.428,44	77.714.798,92
47	E412110007 CONSTRUCCION DE REVESTIMIENTO INTERIOR EN PAREDES CON BALDOSAS DE CERAMICA NACIONAL, ACABADO NATURAL. INCLUYE FRISO BASE.	m2	44,50	25,00	2,00	1.065.785,85	47.427.470,33
48	E-411S/C CONSTRUCCION DE PAREDES DE BLOQUES DE CONCRETO RELLENOS, ACABADO CORRIENTE E=15 CM. NO INCLUYE MACHONES, DINTELES Y BROCALES.	m2	316,60	18,00	18,00	305.385,09	96.684.919,49

Part No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Rend.	Días Estimados	Precio Unitario	Total Bs.
49	E413102003 CONSTRUCCION DE REVESTIMIENTO INTERIOR EN TECHOS CON MORTERO A BASE DE CAL, ACABADO LISO. INCLUYE FRISO BASE.	m2	96,50	15,00	7,00	292.356,52	28.212.404,18
50	E413202003 CONSTRUCCION DE REVESTIMIENTO EXTERIOR EN TECHOS CON MORTERO A BASE DE CAL, ACABADO LISO. INCLUYE FRISO BASE.	m2	255,00	30,00	9,00	268.711,63	68.521.465,65
51	E413218007 RECUBRIMIENTO EXTERIOR EN TECHOS CON TEJAS CRIOLLAS. INCLUYENDO MORTERO DE CEMENTO.	m2	191,00	15,00	13,00	916.067,47	174.968.886,77
52	E414011150 CONSTRUCCION DE REVESTIMIENTO DE PISOS CON MORTERO DE CEMENTO, ACABADO LISO SIN JUNTAS. INCLUYE MORTERO BASE	m2	86,00	25,00	4,00	291.763,63	25.091.672,18
53	E414041450 CONSTRUCCION DE REVESTIMIENTO DE PISOS CON MORTERO DE GRANITO CON CEMENTO BLANCO, ACABADO LISO, CON JUNTAS DE FLEJE PLASTICO E= 5 MM. INCLUYE MORTERO BASE Y PASADA DE PIEDRA PARA ACABADO FINAL	m2	29,00	15,00	2,00	1.127.563,80	32.699.350,20
54	E414094050 CONSTRUCCION DE REVESTIMIENTO DE PISOS CON BALDOSAS DE CERAMICA NACIONAL ACABADO NATURAL. INCLUYE MORTERO BASE	m2	10,00	30,00	1,00	1.088.357,88	10.883.578,80
55	E416012160 CONSTRUCCION DE PENDIENTES EN LOSAS HORIZONTALES CON MORTERO DE CEMENTO-ARENA, E= 6 CM PROMEDIO.	m2	113,00	30,00	4,00	344.519,35	38.930.686,55
56	E417012100 CONSTRUCCION DE RASEO EN LOSAS INCLINADAS CON MORTERO DE CEMENTO-ARENA, E= 3 CM PROMEDIO.	m2	191,00	25,00	8,00	204.575,99	39.074.014,09
57	E420610151 IMPERMEABILIZACION NO TRANSITABLE EN LOSAS O PLACAS INCLINADAS DE CONCRETO PREFABRICADAS CON UNA MEMBRANA ASFALTICA CON REFUERZO DE POLIESTER E = 4 MM NO ADHERIDO EN CALIENTE CON SOLETE, ACABADO DE PINTURA ASFALTICA COLOR ALUMINIO.	m2	112,00	35,00	4,00	692.936,13	77.608.846,56
58	E420510151 IMPERMEABILIZACION EN LOSAS O PLACAS INCLINADAS DE CONCRETO VACIADAS EN SITIO CON UNA MEMBRANA ASFALTICA CON REFUERZO DE POLIESTER E = 4 MM NO ADHERIDO EN CALIENTE CON SOLETE, ACABADO DE PINTURA ASFALTICA COLOR ALUMINIO.	m2	190,00	35,00	6,00	564.000,13	107.160.024,70
59	E420910616 IMPERMEABILIZACION EN BAÑOS, COCINAS, LAVANDERIAS Y SAUNAS CON VELO DE FIBRA DE VIDRIO DE POLIESTER ADHERIDA E= 4 MM EN FRIO CON RESINA SINTETICA ACRILICA MEDIANTE RODILLO O BROCHA, SEGUN ESPECIFICACIONES	m2	12,72	40,00	1,00	515.028,34	6.551.160,48
60	E437011311 SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE PUERTAS EN LAMINA SENCILLA DE HIERRO TIPO BATIENTE.	m2	36,50	15,00	3,00	1.102.455,87	40.239.639,26
61	E437023261 SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE VENTANAS CORREDERAS DE PERFILES DE ALUMINIO Y VIDRIO. INCLUYENDO VIDRIO CON PAÑO FIJO	m2	6,50	10,00	1,00	6.935.136,64	45.078.388,16
62	E437028262 SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE VENTANAS DE ROMANILLA DE PERFILES DE ALUMINIO Y VIDRIO. INCLUYENDO VIDRIO.	m2	14,70	10,00	2,00	8.971.216,17	131.876.877,70
63	E437071015 SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MARCOS DE CHAPA DOBLADA DE HIERRO, EN PAREDES DE 15 CM DE ESPESOR	m	91,70	30,00	4,00	401.123,71	36.783.044,21
64	E447011231 SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE PUERTAS DE MADERA ENTAMBORADA, TIPO BATIENTE.	m2	15,00	7,00	3,00	1.759.579,31	26.393.689,65
65	E462000702 BARNIZ EN PUERTAS DE MADERA. INCLUYE FONDO SELLADOR	m2	103,00	50,00	3,00	466.936,31	48.094.439,93

Part No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Rend.	Días Estimados	Precio Unitario	Total Bs.
66	E461000801 PINTURA DE ESMALTE EN MARCOS METALICOS	m	92,00	120,00	1,00	59.975,52	5.517.747,84
67	E461001031 PINTURA DE ESMALTE EN VENTANAS METALICAS BATIENTES, CORREDERAS O DE PAÑO FIJO.	m2	6,50	40,00	1,00	197.070,40	1.280.957,60
68	E463100303 PINTURA DE CAUCHO INTERIOR EN LOSAS. INCLUYENDO FONDO ANTIALCALINO.	m2	96,50	55,00	2,00	276.827,20	26.713.824,80
69	E463100503 PINTURA DE CAUCHO INTERIOR EN PAREDES. INCLUYENDO FONDO ANTIALCALINO.	m2	443,00	90,00	5,00	271.244,85	120.161.468,55
70	E463200303 PINTURA DE CAUCHO EXTERIOR EN LOSAS. INCLUYENDO FONDO ANTIALCALINO.	m2	255,00	55,00	5,00	330.327,31	84.233.464,05
71	E/S/C PINTURA EPOXICA EN PAREDES INTERNAS DE TANQUE METALICO INCLUYE FONDO ESPECIAL EPOXICO.	m2	316,60	20,00	16,00	299.818,64	94.922.581,42
72	E471311220 CERRADURA DE POMO, ACABADO CROMO BRILLANTE, SIN CILINDRO, SIN CERROJO, PESTILLO SIMPLE, POMO EXTERIOR LIBRE, POMO INTERIOR CON BOTON.	pza	4,00	10,00	1,00	751.023,38	3.004.093,52
73	E471321240 CERRADURA DE POMO, ACABADO CROMO BRILLANTE, CILINDRO FIJO, SIN CERROJO, PESTILLO SIMPLE. POMO EXTERIOR CON LLAVE. POMO INTERIOR CON BOTON.	pza	4,00	10,00	1,00	1.638.979,78	6.555.919,12
74	E473632253 CERRADURA DE EMBUTIR, ACABADO DE ACERO NIQUELADO, CILINDRO MOVIL, CERROJO SIMPLE, PESTILLO SIMPLE, AMBOS LADOS CON LLAVE. DISTANCIA DEL CILINDRO AL BORDE DE 35 MM.	pza	12,00	10,00	2,00	1.201.308,86	14.415.706,32
Instalaciones Eléctricas							
75	E511111019 I.E. TUBERIA PLASTICA RIGIDA LIVIANA, PVC, EMBUTIDA. DIAMETRO 3/4 PLG (19 CM).	m	235,00	70,00	4,00	109.317,75	25.689.671,25
76	E511111025 I.E. TUBERIA PLASTICA RIGIDA LIVIANA, PVC, EMBUTIDA. DIAMETRO 1 PLG (25 MM).	m	32,00	60,00	1,00	132.904,55	4.252.945,60
77	E521223023 I.E. CABLE DE COBRE, TRENZADO, REVESTIDO, THW, CALIBRE 12 AWG (2.32 MM).	m	680,00	500,00	2,00	61.386,23	41.742.636,40
78	E521223037 I.E. CABLE DE COBRE, TRENZADO, REVESTIDO, THW, CALIBRE 8 AWG (3.71 MM).	m	100,00	300,00	1,00	189.021,11	18.902.111,00
79	E521229020 I.E. CABLE TELEFONICO DE 20 PARES.	m	20,00	400,00	1,00	62.370,91	1.247.418,20
80	E531110510 I.E. CAJETINES METALICOS, SALIDA 1/2 PLG, PROFUNDIDAD 1 1/2 PLG, RECTANGULARES 2 X 4 PLG (5.1 X 10.2 CM).	pza	70,00	40,00	2,00	66.950,16	4.686.511,20
81	E531270010 I.E. CAJETINES METALICOS, SALIDA 1/2 - 3/4 PLG, PROFUNDIDAD 4 PLG, OCTOGONALES 4 PLG (10.2 CM).	pza	45,00	35,00	2,00	85.261,64	3.836.773,80
82	E541211110 I.E. INTERRUPTORES (SWICHES) COMBINABLES SIMPLES CON TAPA DE PLASTICO, PUENTE Y TORNILLOS DE 10 A	pza	8,00	30,00	1,00	173.650,62	1.389.204,96
83	E541121120 I.E. INTERRUPTORES COMBINABLES DOBLES, CON TAPA METALICA, PUENTE Y TORNILLOS, 20 A.	pza	8,00	30,00	1,00	373.175,28	2.985.402,24
84	E541241120 I.E. INTERRUPTORES (THREE-WAY) CON TAPA DE PLASTICO, PUENTE Y TORNILLOS, 20 A - 120 V.	pza	8,00	25,00	1,00	558.259,32	4.466.074,56
85	E542211120 I.E. TOMACORRIENTES CON TAPA PLASTICA, PUENTE Y TORNILLOS, SENCILLO, UNA (1) FASE, 20 A.	pza	33,00	20,00	2,00	385.880,01	12.734.040,33
86	E542222230 I.E. TOMACORRIENTES CON TAPA PLASTICA, PUENTE Y TORNILLOS, DOBLE, DOS (2) FASE, 30 A.	pza	8,00	20,00	1,00	438.058,51	3.504.468,08

Part No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Rend.	Días Estimados	Precio Unitario	Total Bs.
87	E551120812 I.E. TABLERO METALICO CONVERTIBLE, EMBUTIDO, CON PUERTA, 2 FASES + NEUTRO, 8 CIRCUITOS, BARRAS DE 125 A. NO INCLUYE BREAKER.	pza	4,00	4,00	1,00	1.801.651,06	7.206.604,24
88	E561110020 I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON ENCHUFE, 1 POLO, 10 KA ICC, 120/240V, CAP. 20 A.	pza	8,00	10,00	1,00	820.058,12	6.560.464,96
89	E561110005 I.E. BREAKER TERMOMAGNETICO, 1 POLO, 120/240V, 10 KA ICC, CAP. 50 A	pza	8,00	10,00	1,00	2.368.443,17	18.947.545,36
90	E562310040 I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON GANCHOS, 3 POLOS, 10 KA ICC, 120/240 V, CAP. 40 A	pza	8,00	8,00	1,00	961.217,43	7.689.739,44
Instalaciones Sanitarias							
91	E612081051 TUBERIA AGUAS RESIDUALES, PVC, DIAMETRO 2 PLG (51 MM), E= 3.2 MM EMBUTIDA O ENTERRADA. INCLUYE CONEXIONES.	m	15,80	36,00	1,00	132.625,38	2.095.481,00
92	E612081102 TUBERIA AGUAS RESIDUALES, PVC, DIAMETRO 4 PLG (102 MM), E= 3.2 MM EMBUTIDA O ENTERRADA. INCLUYE CONEXIONES.	m	20,00	32,00	1,00	250.194,48	5.003.889,60
93	E613071051 TUBERIA PARA VENTILACION, DE PVC LIVIANO, E= 1.8 MM, DIAMETRO 2 PLG (51 MM) EMBUTIDA O ENTERRADA. INCLUYE CONEXIONES.	m	24,40	30,00	1,00	111.556,47	2.721.977,87
94	E621061013 PUNTOS DE AGUAS CLARAS, DE PVC ASTM, DIAMETRO 1/2" (13 MM) EMBUTIDO O ENTERRADO. INCLUYE CONEXIONES.	pto	8,00	15,00	1,00	295.469,52	2.363.756,16
95	E622051051 PUNTOS DE AGUAS RESIDUALES, DE PVC, DIAMETRO 2 PLG (51 MM), E= 3.2 MM. EMBUTIDO O ENTERRADO. INCLUYE CONEXIONES.	pto	12,00	10,00	2,00	399.717,88	4.796.614,56
96	E622051102 PUNTOS DE AGUAS RESIDUALES, DE PVC, DIAMETRO 4 PLG (102 MM), E= 3.2 MM. EMBUTIDO O ENTERRADO. INCLUYE CONEXIONES.	pto	8,00	7,00	2,00	558.371,70	4.466.973,60
97	E632020019 SUMINISTRO Y TRANSPORTE DE LLAVE DE PASO, TIPO ESFERICA O DE BOLA, DE ALEACION DE METALES, DIAMETRO 3/4 PLG (19 MM).	pza	25,00	50,00	1,00	1.155.353,23	28.883.830,75
98	E645010013 SUMINISTRO Y TRANSPORTE DE GRIFO DE BRONCE, DIAMETRO 1/2 PLG (13 MM)	pza	4,00	20,00	1,00	1.014.175,78	4.056.703,12
99	E652012102 TAPA DE REGISTRO, PARA TUBERIA EMBUTIDA, DE BRONCE D= 4".	pza	4,00	20,00	1,00	146.892,98	587.571,92
100	E661110111 LAVAMANOS PARA COLGAR, DE 1 LLAVE, BLANCO O COLOR CLARO, DE ANCHO MENOR DE 54 CM, RECTANGULAR. (INCLUYE GRIFERIA Y LLAVE DE ARRESTO).	pza	4,00	9,00	1,00	3.031.472,20	12.125.888,80
101	E662111121 W.C. DE ASIENTO, TANQUE BAJO, DESCARGA AL PISO, BLANCO O COLOR CLARO, LINEA MEDIA CONVENCIONAL. INCLUYE GRIFERIA, LLAVE DE ARRESTO, BRIDA, SELLO DE CERA Y TORNILLOS.	pza	4,00	8,00	1,00	8.325.427,76	33.301.711,04
102	E668102010 PORTARROLLO DE PAPEL, METALICO, PARA EMPOTRAR.	pza	4,00	20,00	1,00	210.351,61	841.406,44
103	E668122020 GANCHO COLGADOR DOBLE METALICO PARA FIJAR CON TORNILLOS.	pza	4,00	30,00	1,00	102.349,35	409.397,40
104	E669321051 DREN DE PISO CIRCULAR ESTANDAR, DE BRONCE, PARA TUBO DE DESCARGA EMBUTIDO DE 2 PLG (51 MM).	pza	4,00	15,00	1,00	297.651,78	1.190.607,12
105	ES/C CONSTRUCCION DE TANQUILLA DE 60X60X60 CM DE LADRILLO MACIZO CON TAPA DE CONCRETO PARA AGUAS NEGRAS O DE LLUVIA. INCLUYE EL ACERO DE REFUERZO	und	4,00	4,00	1,00	3.051.855,92	12.207.423,68

Part No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Rend.	Días Estimados	Precio Unitario	Total Bs.
Transporte							
106	E906040050 TRANSPORTE EN CAMIONES DE BLOQUES DE ARCILLA A DISTANCIAS HASTA 50 KM	tfxkm	237,30	300,00	1,00	15.306,05	3.632.125,67
107	E905040050 TRANSPORTE EN CAMIONES DE CEMENTO A DISTANCIAS HASTA 50 KM	sco	1.309,40	300,00	5,00	5.761,34	7.543.898,60
108	E909040200 TRANSPORTE EN CAMIONES DE ESTRUCTURAS METALICAS A DISTANCIAS MAYORES DE 50 KM Y HASTA 200 KM INCLUSIVE	tfxkm	228,00	500,00	1,00	13.861,51	3.160.424,28
109	E903242002 TRANSPORTE URBANO EN CAMIONES, DE TIERRA, MEDIDO EN SECCIONES (BANCO), A DISTANCIAS MAYORES 1 KM Y HASTA 2 KM INCLUSIVE	m3xkm	104,00	120,00	1,00	43.273,70	4.500.464,80
110	E903142020 TRANSPORTE URBANO EN CAMIONES, DE TIERRA, AGREGADOS Y ESCOMBROS, MEDIDO EN ESTADO SUELTO, A DISTANCIAS MAYORES DE 19 KM Y HASTA 20 KM INCLUSIVE	m3xkm	2.108,80	620,00	4,00	8.375,55	17.662.359,84
111	E9010142050 TRANSPORTE URBANO EN CAMIONES, DE ESTRUCTURAS DE MADERA HASTA DISTANCIAS DE 50 KM INCLUSIVE (VALIDO PARA TRANSPORTE DE ENCOFRADOS)	m3xkm	158,30	300,00	1,00	8.654,73	1.370.043,76
Variaciones de Precios							
112	ES/C VARIACION DE PRECIOS (15%)	sg	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00
Subtotal (Bs.):							8.247.841.771,12
IVA 12% (Bs.):							989.741.012,53
Total Presupuesto (Bs.):							9.237.582.783,65

APÉNDICE B

Diagrama de Gantt elaborado en Microsoft Excel utilizando como base los días hábiles estimados en MaPreX.

- Datos a graficar por partida:

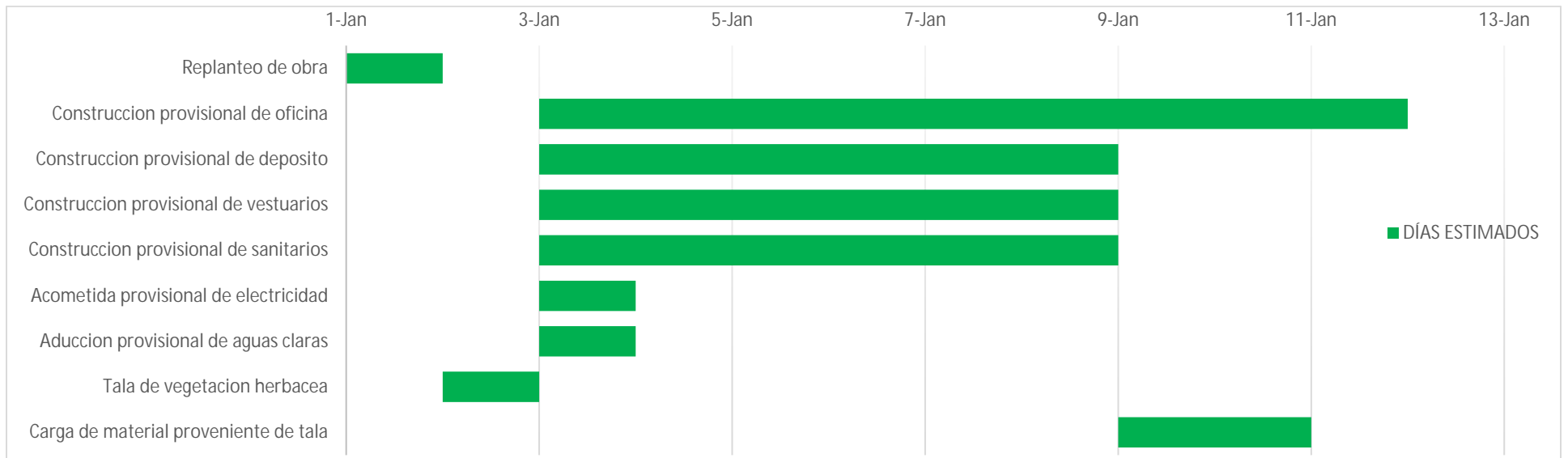
	TAREAS	INICIO	FINALIZACIÓN	DÍAS ESTIMADOS
FASE 1	Replanteo de obra.	1-Jan	1-Jan	1
	Construcción provisional de oficina.	3-Jan	11-Jan	9
	Construcción provisional de depósito.	3-Jan	8-Jan	6
	Construcción provisional de vestuarios.	3-Jan	8-Jan	6
	Construcción provisional de sanitarios.	3-Jan	8-Jan	6
	Acometida provisional de electricidad.	3-Jan	3-Jan	1
	Aducción provisional de aguas claras.	3-Jan	3-Jan	1
	Tala de vegetación herbácea.	2-Jan	2-Jan	1
	Carga de material proveniente de tala.	9-Jan	10-Jan	2
FASE 2	Excavación y carga para banqueros.	13-Jan	13-Jan	1
	Excavación en préstamo.	14-Jan	15-Jan	2
	Construcción de terraplenes.	15-Jan	15-Jan	1
	Construcción de relleno compactado.	16-Jan	16-Jan	1
FASE 3	Excavación para fundaciones.	17-Jan	31-Jan	15
	Compactación de relleno para fundaciones.	31-Jan	31-Jan	1
	Encofrado para fundaciones y vigas riostra.	3-Feb	7-Feb	5
	Acero longitudinal para infraestructura.	5-Feb	7-Feb	3
	Acero transversal para infraestructura.	7-Feb	7-Feb	1
	Malla electro soldada para infraestructura.	10-Feb	10-Feb	1
	Encofrado para vigas de riostra.	10-Feb	10-Feb	1
	Concreto para bases y escalones.	11-Feb	11-Feb	1
	Concreto para pedestales.	11-Feb	11-Feb	1

	TAREAS	INICIO	FINALIZACIÓN	DÍAS ESTIMADOS
FASE 3	Concreto para vigas riostra, tirantes y fundaciones.	12-Feb	12-Feb	1
	Concreto para losas de fundación.	12-Feb	17-Feb	6
	Concreto para base de pavimento.	17-Feb	20-Feb	4
	Encofrado de madera para columnas.	21-Feb	26-Feb	6
	Encofrado de madera para vigas de carga.	27-Feb	28-Feb	2
	Encofrado de madera para losas.	2-Mar	14-Mar	13
	Acero longitudinal para superestructura.	17-Mar	18-Mar	2
	Acero transversal para superestructura.	18-Mar	20-Mar	3
	Malla soldada de acero.	23-Mar	23-Mar	1
	Suministro de perfiles de acero tubulares.	24-Mar	9-Apr	17
	Suministro de planchas lisas de acero.	9-Apr	9-Apr	1
	Fabricación de miembros de acero.	6-Apr	17-Apr	12
	Sistemas de protección de acero.	13-Apr	20-Apr	8
	Montaje de estructuras metálicas soldadas.	21-Apr	30-Apr	10
	Colocación de estructuras de acero tubulares.	1-May	20-May	20
FASE 4	Construcción de paredes de 10cm.	21-May	27-May	7
	Construcción de paredes de 15cm.	21-May	2-Jun	13
	Revestimiento interior en paredes con friso.	25-May	3-Jul	40
	Revestimiento interior en paredes con cerámica.	3-Jul	6-Jul	4
	Construcción de paredes de bloques rellenos.	10-Jun	6-Jul	27
	Revestimiento interior en techos.	7-Jul	15-Jul	9
	Recubrimiento exterior en techos con tejas.	7-Jul	23-Jul	17
	Revestimientos de cemento en pisos.	20-Jul	23-Jul	4
	Revestimiento de granito en pisos.	23-Jul	24-Jul	2
	Revestimiento de cerámica en pisos.	27-Jul	27-Jul	1
	Construcción de pendientes en losas.	28-Jul	31-Jul	4
	Construcción de raseo en losas.	3-Aug	12-Aug	10

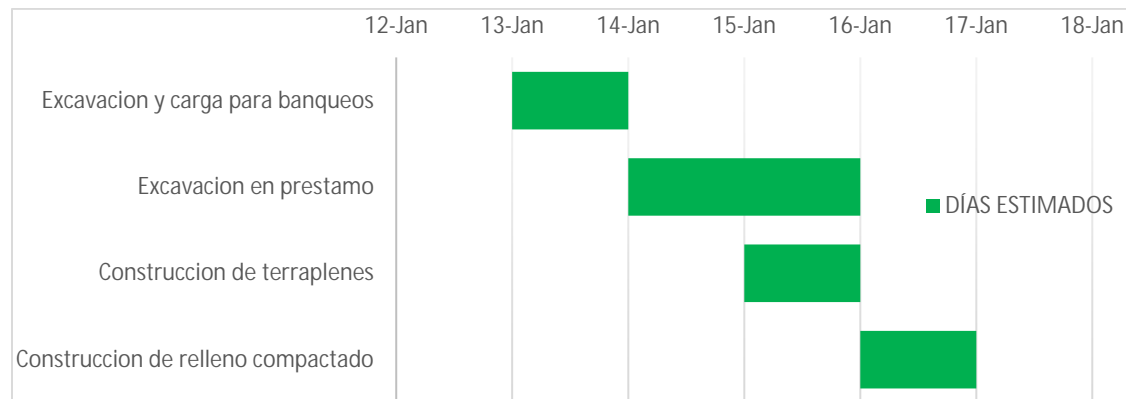
	TAREAS	INICIO	FINALIZACIÓN	DÍAS ESTIMADOS
FASE 4	Impermeabilización no transitable en losas.	10-Aug	14-Aug	5
	Impermeabilización en losas.	6-Aug	14-Aug	9
	Impermeabilización en baños, cocina y lavandería.	14-Aug	14-Aug	1
	Puertas de hierro.	17-Aug	19-Aug	3
	Ventanas.	17-Aug	17-Aug	1
	Marcos de chapa en paredes.	18-Aug	21-Aug	4
	Puertas de madera.	17-Aug	19-Aug	3
	Barniz en puertas de madera.	18-Aug	20-Aug	3
	Pintura de esmalte en marcos.	19-Aug	19-Aug	1
	Pintura de esmalte en ventanas.	19-Aug	19-Aug	1
	Pintura de caucho interior en losas.	19-Aug	21-Aug	3
	Pintura de caucho interior en paredes.	19-Aug	25-Aug	7
	Pintura de caucho exterior en losas.	19-Aug	25-Aug	7
	Pintura epóxica en tanque.	4-Aug	25-Aug	22
	Cerraduras.	26-Aug	27-Aug	2
FASE 5	Instalación de tuberías plásticas para electricidad.	27-Aug	2-Sep	7
	Colocación de cable de cobre.	27-Aug	1-Sep	6
	Instalación de cable telefónico.	3-Sep	3-Sep	1
	Instalación de cajetines.	3-Sep	4-Sep	2
	Instalación de interruptores.	4-Sep	4-Sep	1
	Instalación de tomacorrientes.	4-Sep	7-Sep	4
	Instalación de tablero de electricidad.	7-Sep	7-Sep	1
FASE 6	Colocación de tuberías de aguas residuales.	1-Sep	2-Sep	2
	Colocación de tuberías para ventilación.	2-Sep	2-Sep	1
	Puntos de aguas clara.	2-Sep	4-Sep	3
	Llaves de paso, grifos y tapa de registro.	4-Sep	4-Sep	1
	Colocación de lavamanos.	7-Sep	7-Sep	1

	TAREAS	INICIO	FINALIZACIÓN	DÍAS ESTIMADOS
FASE 6	Colocación de WC y porta rollo de papel metal.	8-Sep	8-Sep	1
	Dren de piso.	8-Sep	8-Sep	1
	Construcción de tanquillas para aguas negras.	9-Sep	9-Sep	1
FASE 7	Transporte de materiales de construcción.	17-Jan	27-Aug	224
	Transporte de acero.	3-Feb	20-May	108
	Transporte de escombros.	9-Jan	9-Sep	245
	Transporte de estructuras de madera.	3-Feb	14-Mar	41

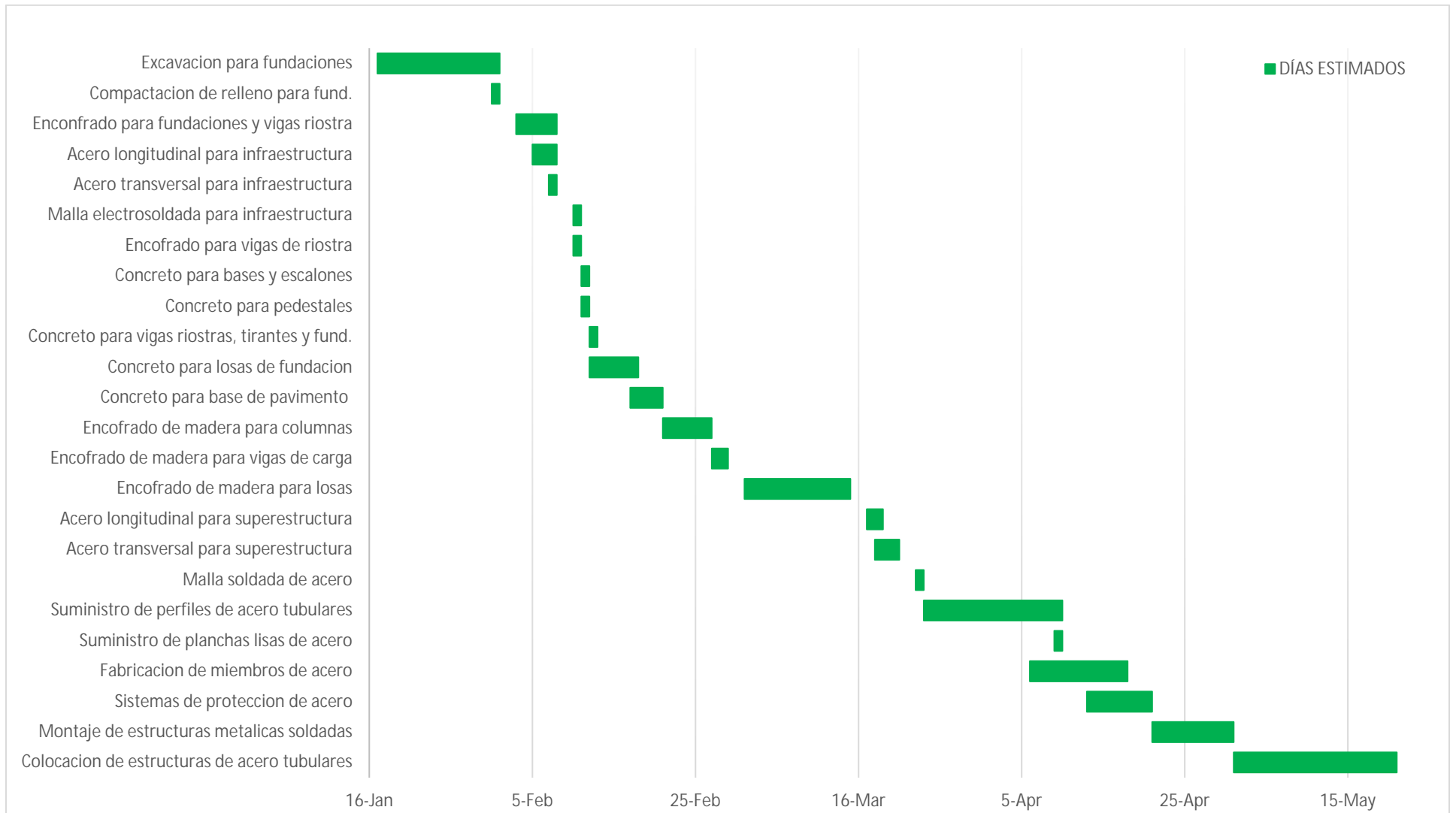
• Diagrama de Gantt, Fase 1:



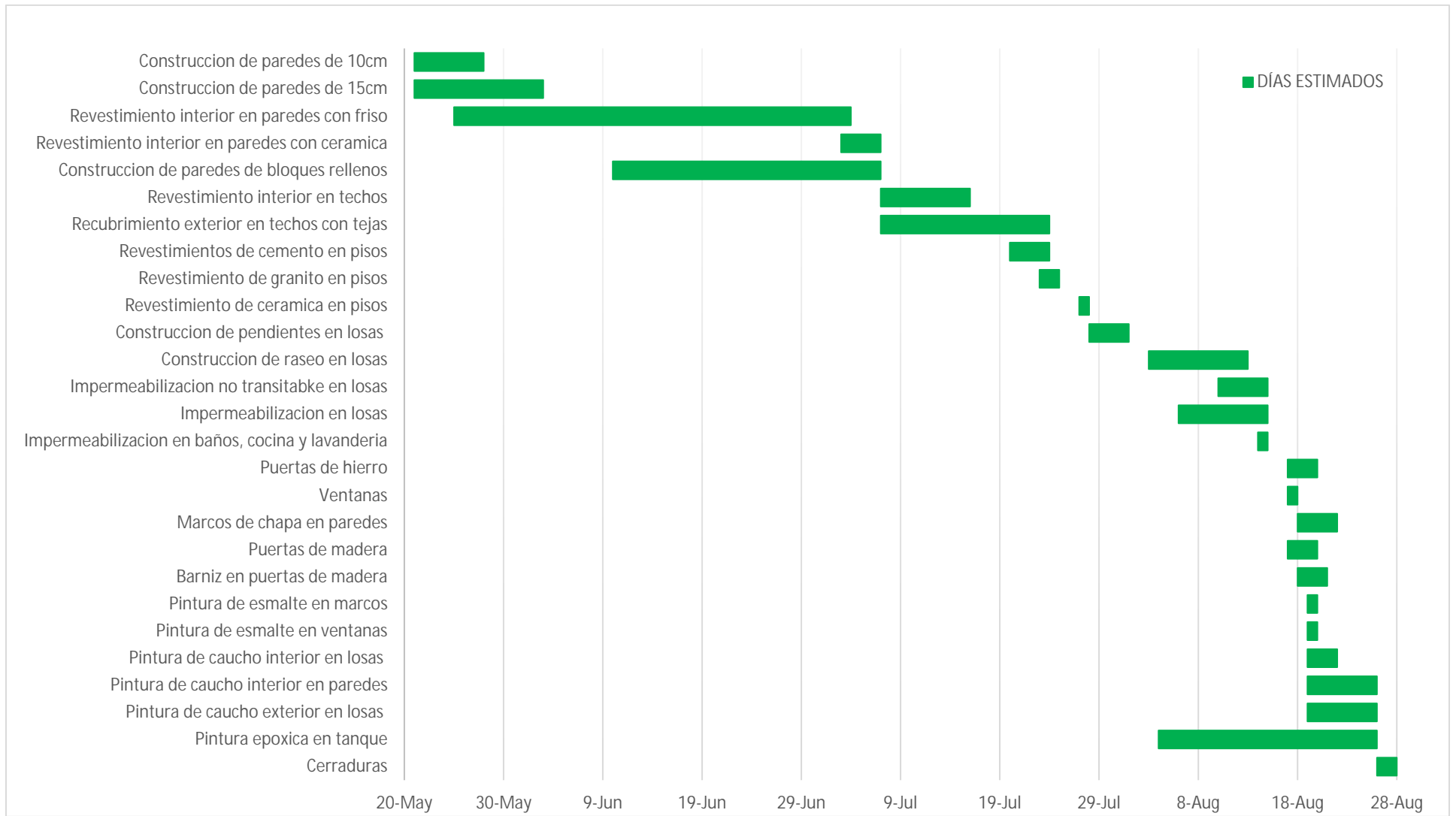
• Diagrama de Gantt, Fase 2:



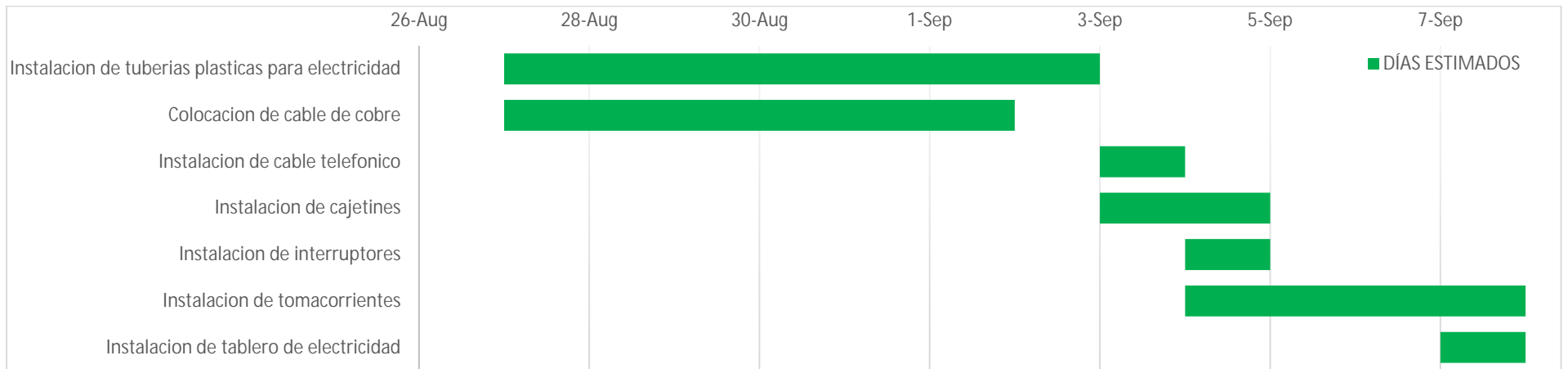
• Diagrama de Gantt, Fase 3:



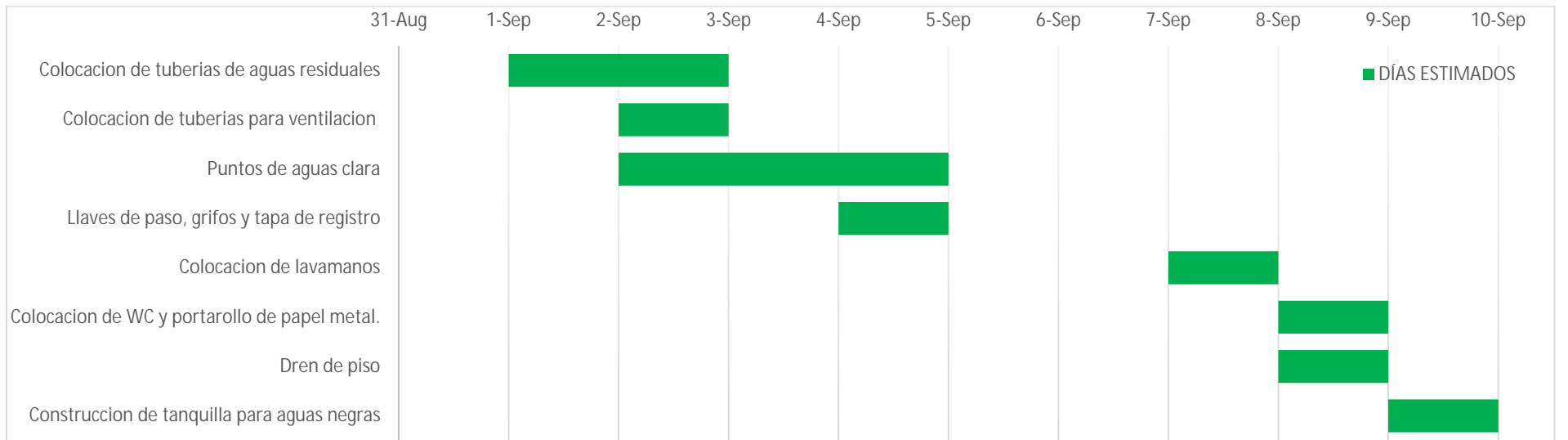
• Diagrama de Gantt, Fase 4:



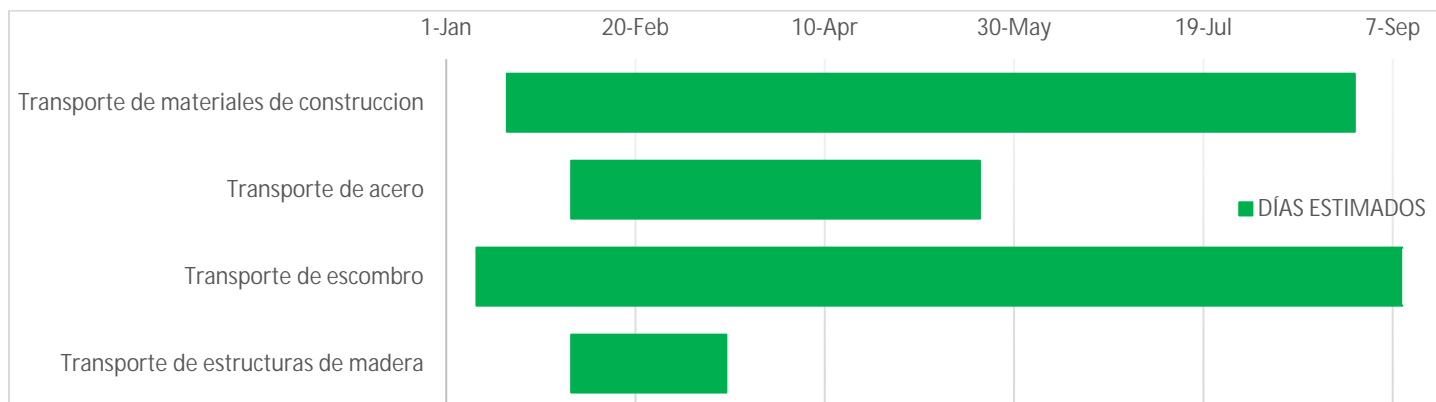
• Diagrama de Gantt, Fase 5:



• Diagrama de Gantt, Fase 6:



• Diagrama de Gantt, Fase 7:



APENDICE C

Datos para el análisis cuantitativo de los riesgos en la fase constructiva para la elaboración de una Simulación de Monte Carlo.

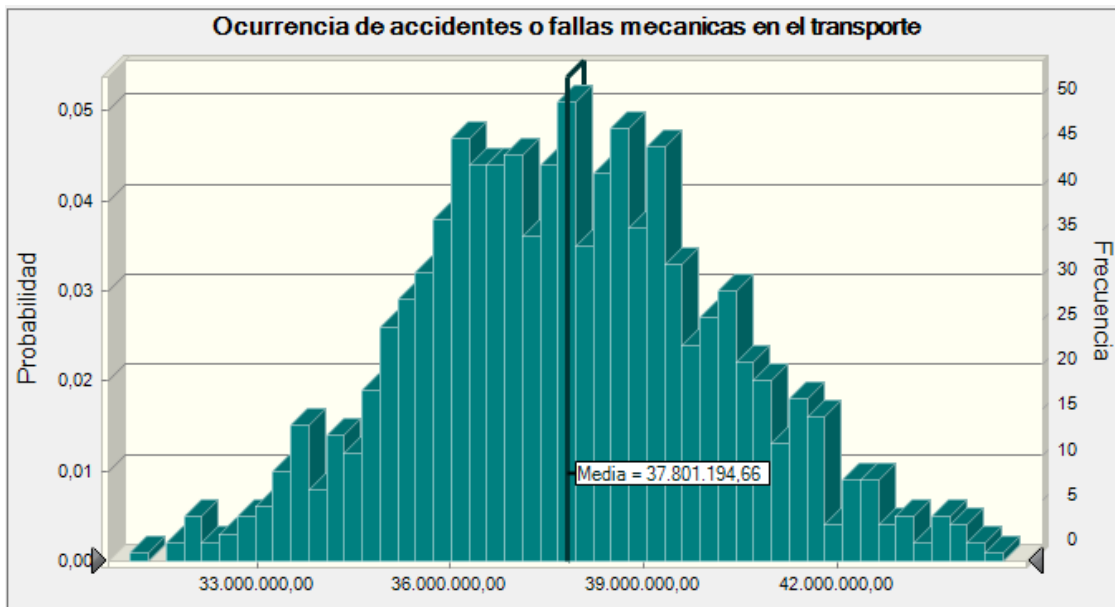
Riesgo	Días Estimados	Menor Gasto Esperado	Gasto Día Esperado	Mayor Gasto Esperado	Gasto Esperado Total
RIESGOS EN LA FASE CONSTRUCTIVA					
1. TRABAJOS PRELIMINARES					
Replanteo erróneo de columnas	1,00	12.084.058,71	12.720.061,80	13.356.064,89	12.720.061,80
Dificultad al realizar despeje del terreno (tala de vegetación herbácea y carga)	8,00	1.298.613,90	1.366.962,00	1.435.310,10	10.935.696,00
2. MOVIMIENTOS DE TIERRA					
Incluye excavaciones y construcciones de terraplenes y relleno compactado	5,00	27.048.499,75	28.472.105,00	29.895.710,25	142.360.525,00
3. ESTRUCTURAS					
Mezcla del concreto inadecuada	14,00	53.900.886,82	56.737.775,60	59.574.664,38	794.328.858,40
Separación inadecuada del acero transversal	4,00	59.459.786,08	62.589.248,50	65.718.710,93	250.356.994,00
Separación inadecuada del acero longitudinal	5,00	41.047.359,65	43.207.747,00	45.368.134,35	216.038.735,00
Falta de acero de retracción cuando no se colocan mallas de acero en losas	2,00	34.191.266,65	35.990.807,00	37.790.347,35	71.981.614,00
Defectuosa disposición de encofrados.	22,00	8.603.550,87	9.056.369,34	9.509.187,81	199.240.125,48
Depósito brusco de hormigón, con hundimiento de plantas en construcción	5,00	42.659.670,58	44.904.916,40	47.150.162,22	224.524.582,00
Inadecuada protección del acero	6,00	18.283.142,54	19.245.413,20	20.207.683,86	115.472.479,20
Defectos en las uniones (soldaduras defectuosas, grietas, burbujas, discontinuidad, impurezas, etc)	25,00	27.004.598,54	28.425.893,20	29.847.187,86	710.647.330,00
4. OBRAS ARQUITECTONICAS					
Anclaje inapropiado (paredes, puertas y ventanas no anclados adecuadamente a la estructura)	186,00	53.900.886,82	3.970.711,94	59.574.664,38	738.552.420,84
Incorrecta ejecución de los techos con colocación de pendientes y solapes inadecuados	40,00	10.996.791,22	11.575.569,70	12.154.348,19	463.022.788,00
Empleo de materiales defectuosos o inadecuados. Estos factores normalmente originan grandes siniestros.	19,00	7.333.965,09	7.719.963,25	8.105.961,41	146.679.301,75

Riesgo	Días Estimados	Menor Gasto Esperado	Gasto Día Esperado	Mayor Gasto Esperado	Gasto Esperado Total
5. INSTALACIONES					
Posicionamiento erróneo de instalaciones sanitarias y/o eléctricas.	40,00	53.900.886,82	7.022.371,12	59.574.664,38	280.894.844,80
6. TRANSPORTE					
Ocurrencia de accidentes o fallas mecánicas en el transporte para todos los materiales necesarios para llevar a cabo la construcción.	13,00	2.767.373,16	2.913.024,38	3.058.675,60	37.869.316,94

APÉNDICE D

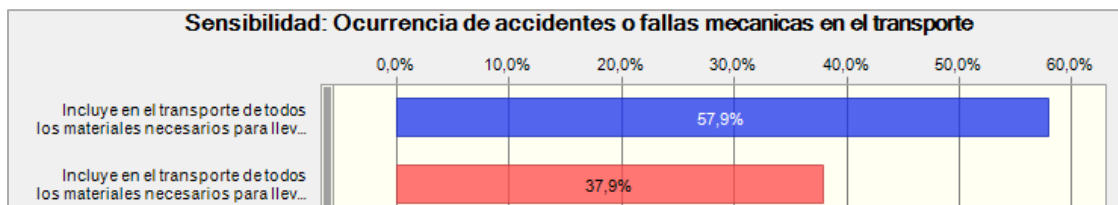
Simulación de Monte Carlo realizada en el programa Oracle Crystal Ball. Determinación de Frecuencia esperada de gasto y análisis de sensibilidad de probabilidad e impacto.

- Ocurrencia de accidentes o fallas mecánicas en el transporte para todos los materiales necesarios para llevar a cabo la construcción:



Simulación de Monte Carlo: Ocurrencia de accidentes en transporte.

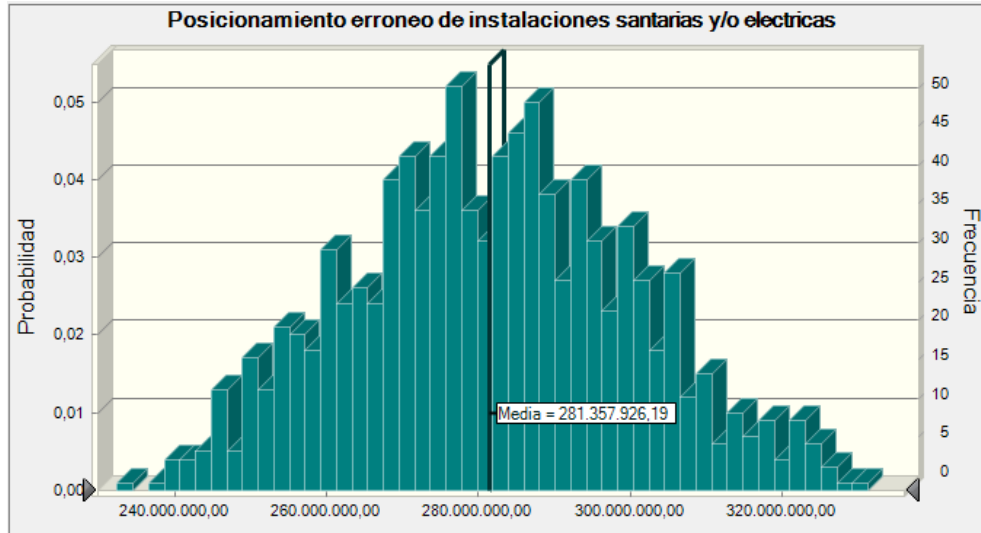
Fuente: Guerra D. (2020).



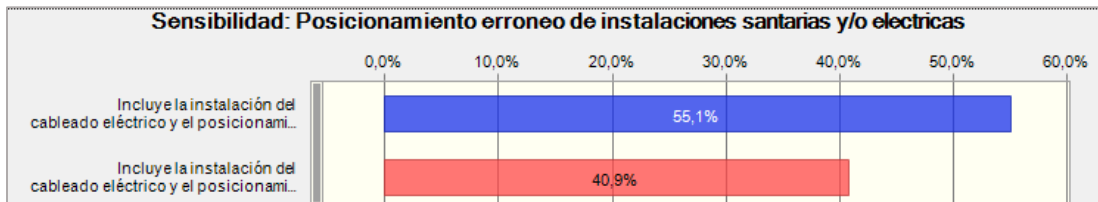
Análisis de sensibilidad: Ocurrencia de accidentes en transporte.

Fuente: Guerra D. (2020).

- Posicionamiento erróneo de instalaciones sanitarias y/o eléctricas.

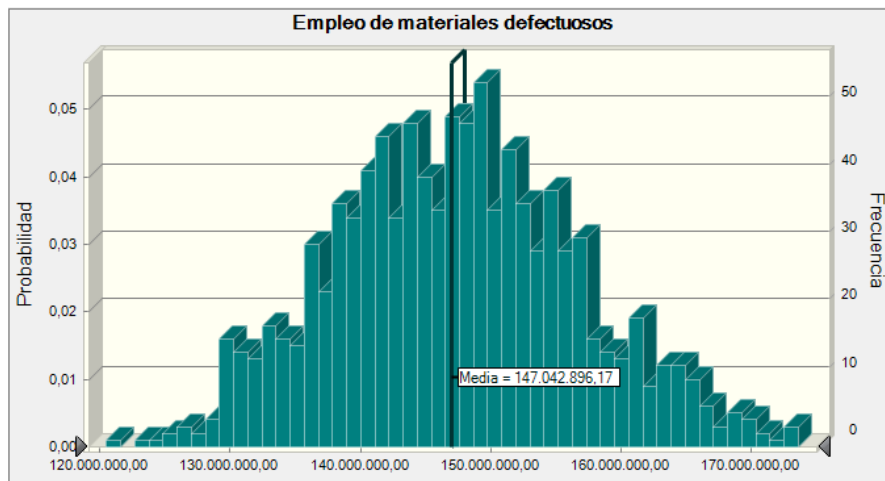


Simulación de Monte Carlo: Posicionamiento erróneo de instalaciones.
Fuente: Guerra D. (2020).

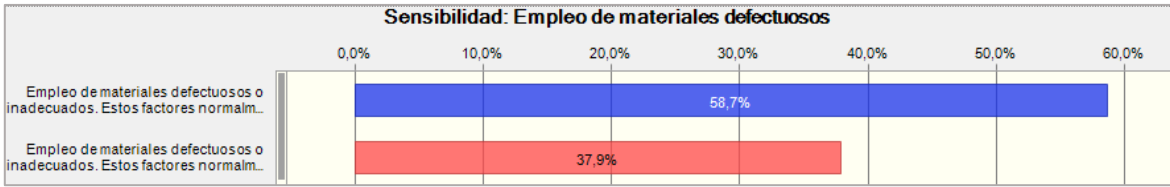


Análisis de sensibilidad: Posicionamiento erróneo de instalaciones.
Fuente: Guerra D. (2020).

- Empleo de materiales defectuosos o inadecuados. Estos factores normalmente originan grandes siniestros:

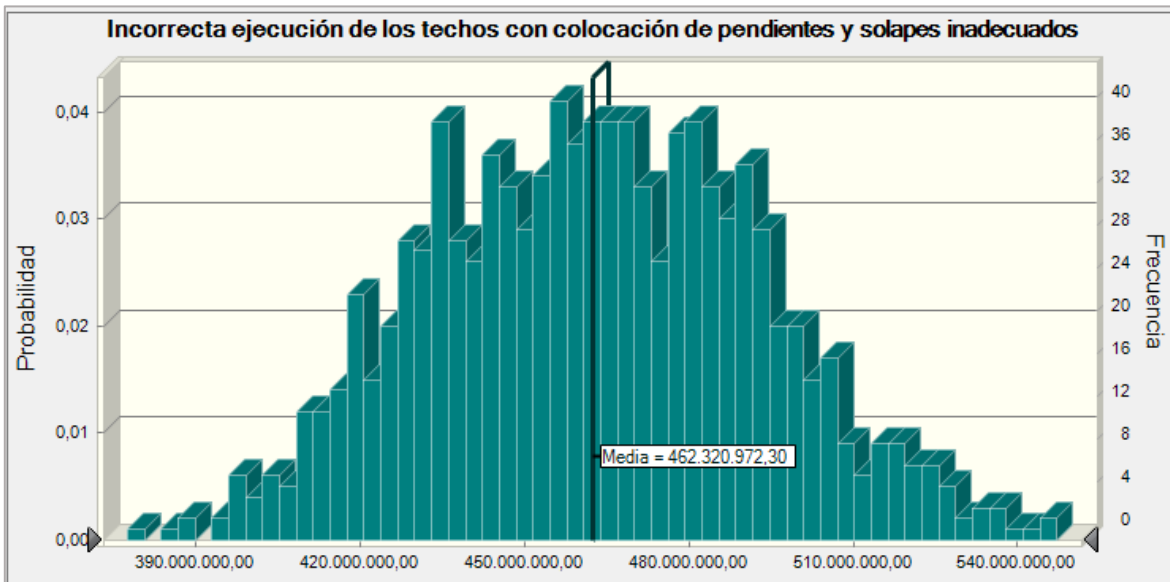


Simulación de Monte Carlo: Empleo de materiales defectuosos.
Fuente: Guerra D. (2020).

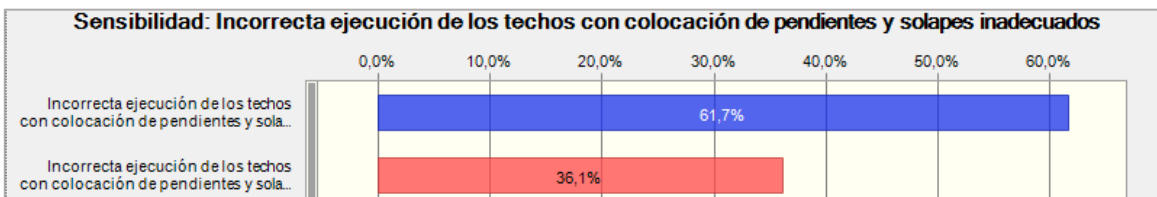


Análisis de sensibilidad: Empleo de materiales defectuosos.
Fuente: Guerra D. (2020).

- Incorrecta ejecución de los techos con colocación de pendientes y solapes inadecuados:

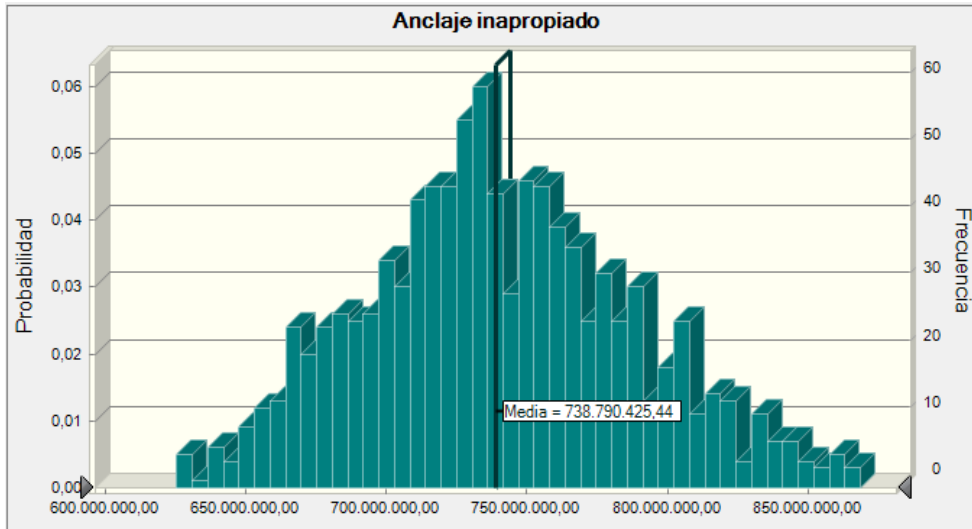


Simulación de Monte Carlo: Incorrecta ejecución de los techos.
Fuente: Guerra D. (2020).

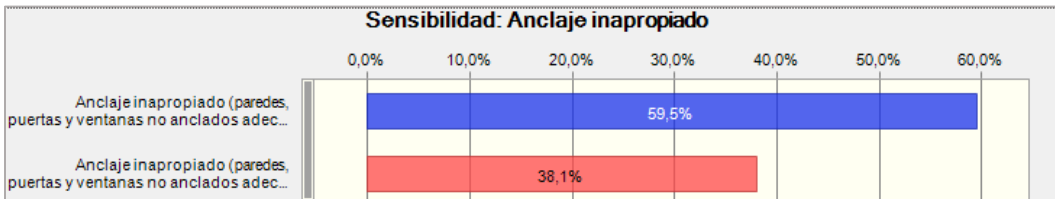


Análisis de sensibilidad: Incorrecta ejecución de los techos.
Fuente: Guerra D. (2020).

- Anclaje inapropiado (paredes, puertas y ventanas no anclados adecuadamente a la estructura):

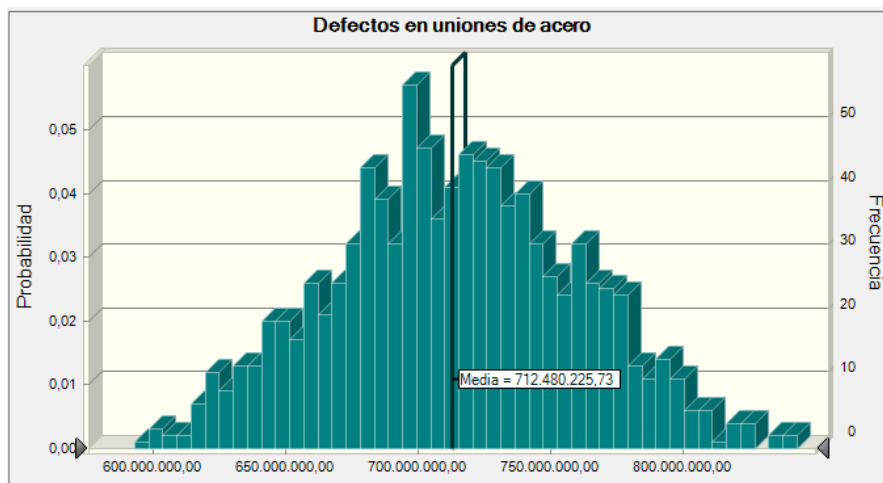


Simulación de Monte Carlo: Anclaje inapropiado.
Fuente: Guerra D. (2020).

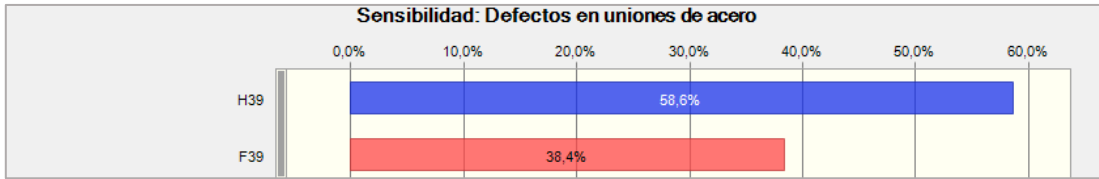


Análisis de sensibilidad: Anclaje inapropiado.
Fuente: Guerra D. (2020).

- Defectos en las uniones (soldaduras defectuosas, grietas, burbujas, discontinuidad, impurezas, entre otros):



Simulación de Monte Carlo: Anclaje inapropiado.
Fuente: Guerra D. (2020).

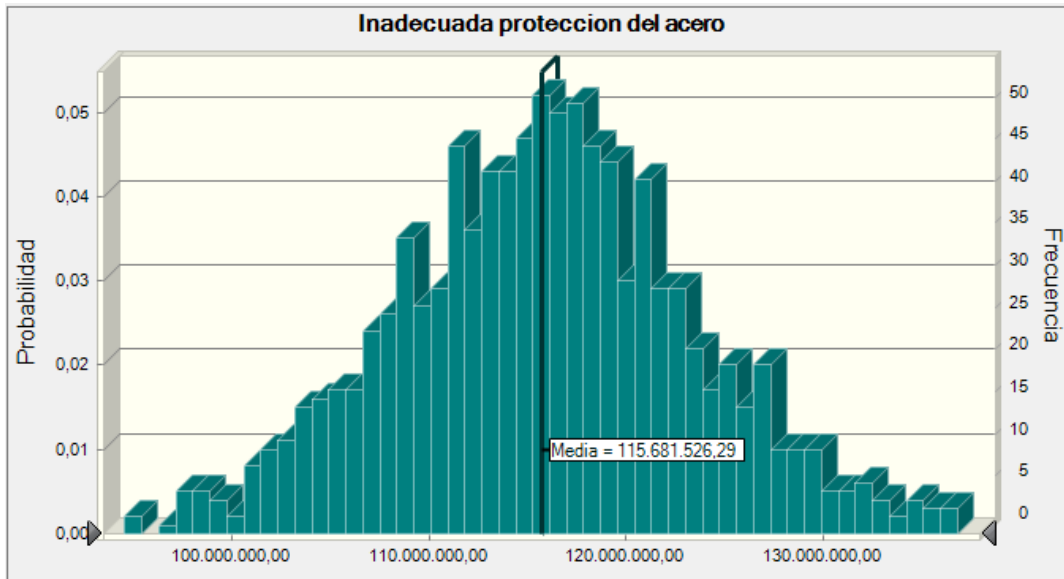


Análisis de sensibilidad: Anclaje inapropiado.

Fuente: Guerra D. (2020).

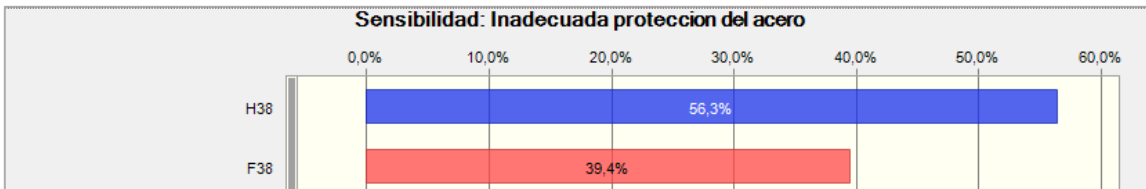
Dónde: H39: Gasto esperado; F39: Tiempo.

- Inadecuada protección del acero:



Simulación de Monte Carlo: Inadecuada protección del acero.

Fuente: Guerra D. (2020).

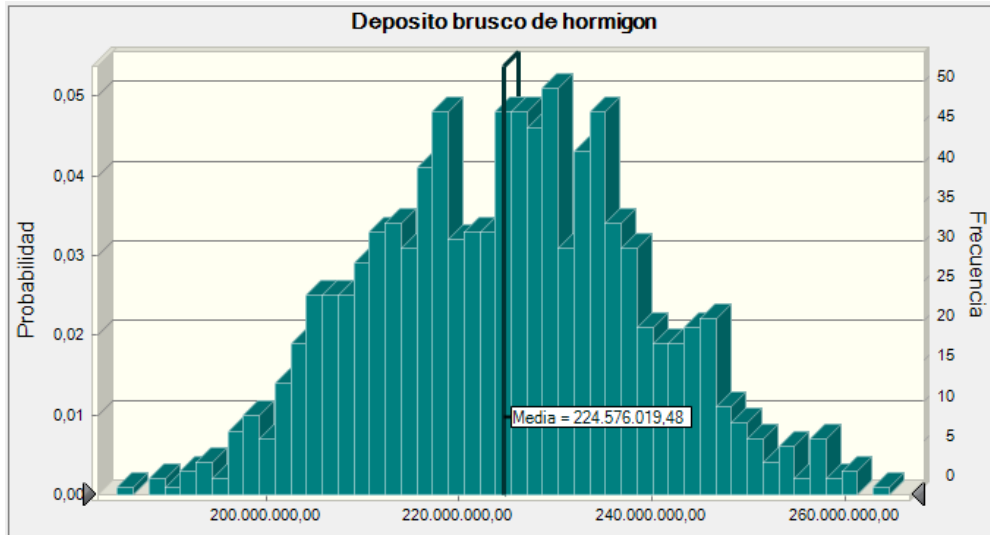


Análisis de sensibilidad: Inadecuada protección del acero.

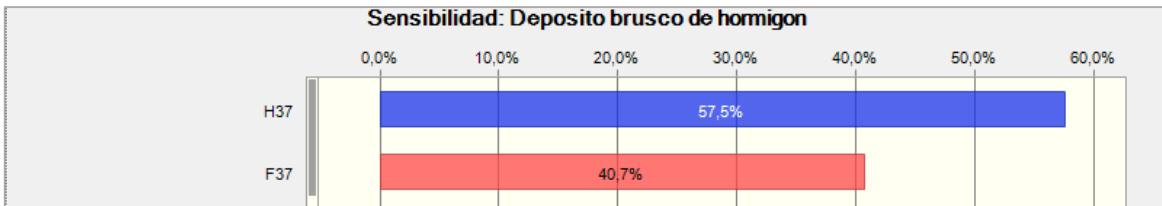
Fuente: Guerra D. (2020).

Dónde: H38: Gasto esperado; F38: Tiempo.

- Depósito brusco de hormigón, con hundimiento de plantas en construcción:



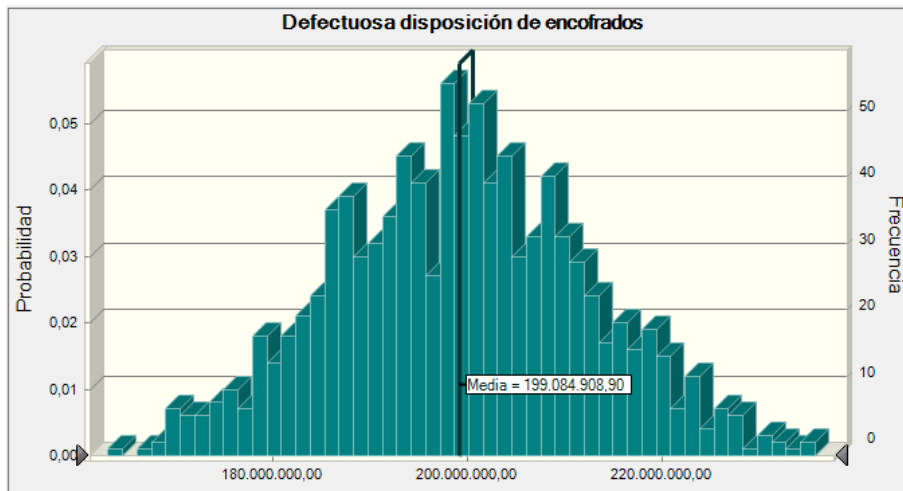
Simulación de Monte Carlo: Deposito brusco del hormigón.
Fuente: Guerra D. (2020).



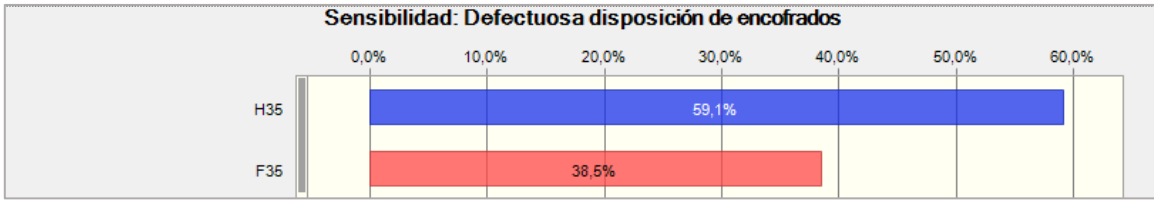
Análisis de sensibilidad: Deposito brusco del hormigón.
Fuente: Guerra D. (2020).

Dónde: H39: Gasto esperado; F39: Tiempo.

- Defectuosa disposición de encofrados:



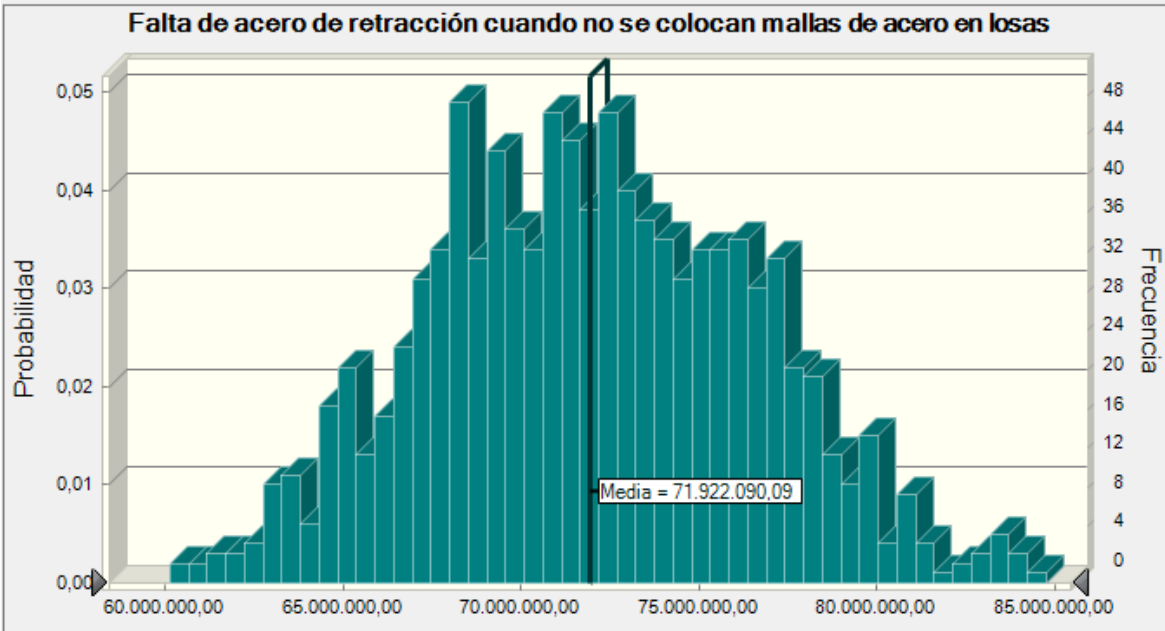
Simulación de Monte Carlo: Defectuosa disposición de encofrados.
Fuente: Guerra D. (2020).



Simulación de Monte Carlo: Defectuosa disposición de encofrados.

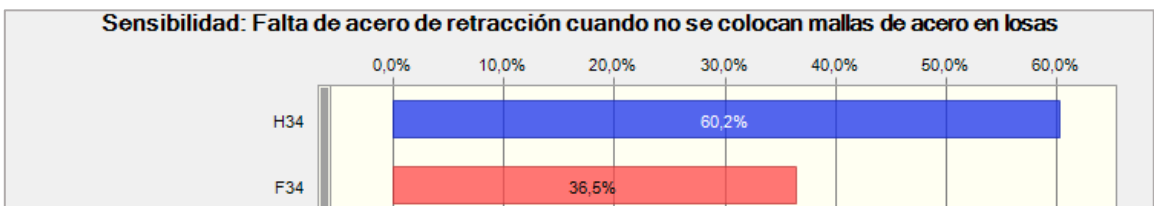
Fuente: Guerra D. (2020).

- Falta de acero de retracción cuando no se colocan mallas de acero en losas:



Simulación de Monte Carlo: Falta de acero de retracción.

Fuente: Guerra D. (2020).

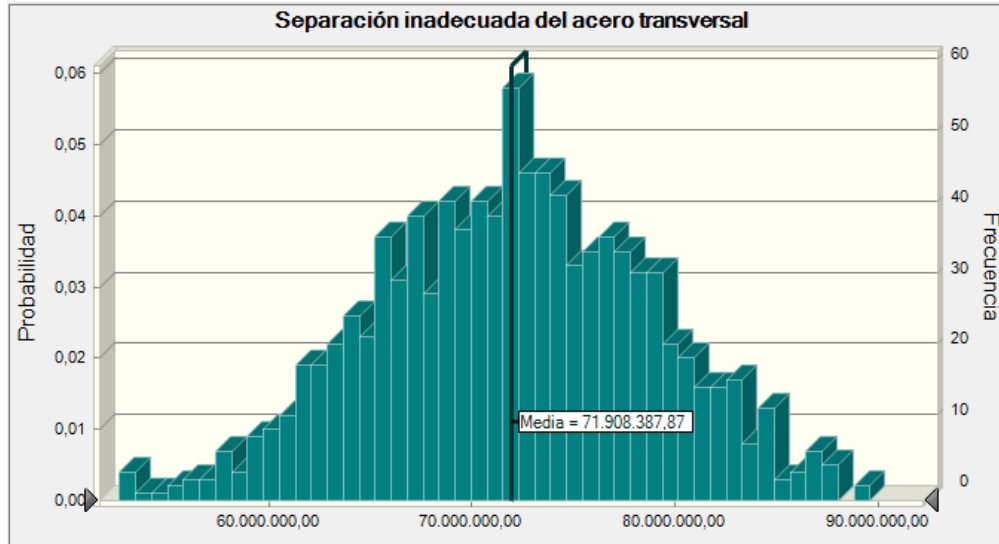


Análisis de sensibilidad: Falta de acero de retracción.

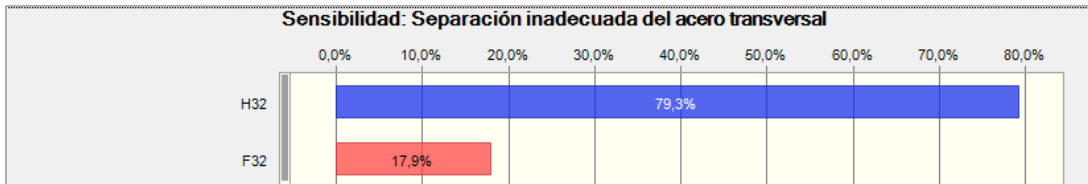
Fuente: Guerra D. (2020).

Dónde: H34: Gasto esperado; F34: Tiempo.

- Separación inadecuada del acero transversal:



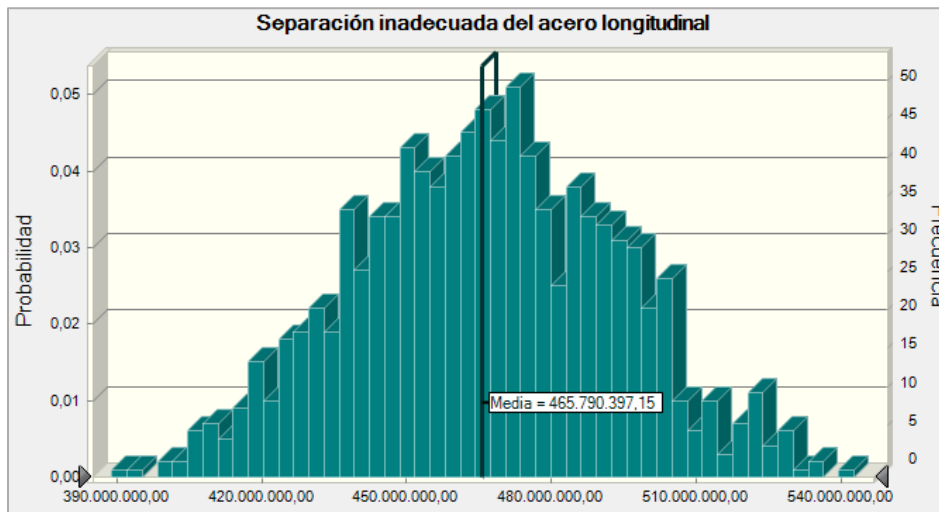
Simulación de Monte Carlo: Separación inadecuada del acero transversal.
Fuente: Guerra D. (2020).



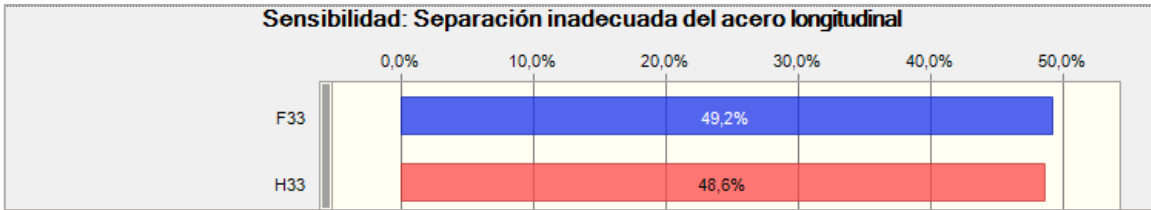
Análisis de sensibilidad: Separación inadecuada del acero transversal.
Fuente: Guerra D. (2020).

Dónde: H32: Gasto esperado; F32: Tiempo.

- Separación inadecuada del acero longitudinal:



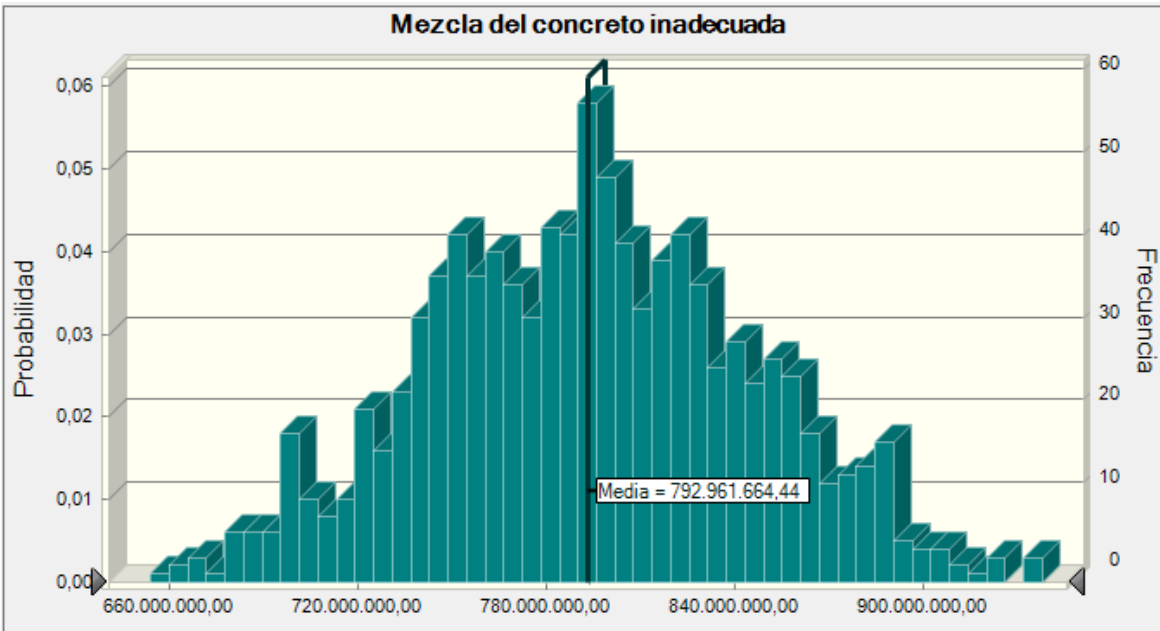
Simulación de Monte Carlo: Separación inadecuada del acero longitudinal.
Fuente: Guerra D. (2020).



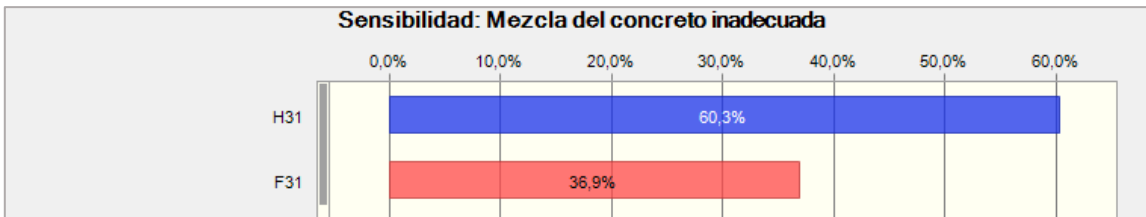
Análisis de sensibilidad: Separación inadecuada del acero longitudinal.
Fuente: Guerra D. (2020).

Dónde: H33: Gasto esperado; F33: Tiempo.

- Mezcla del concreto inadecuada:

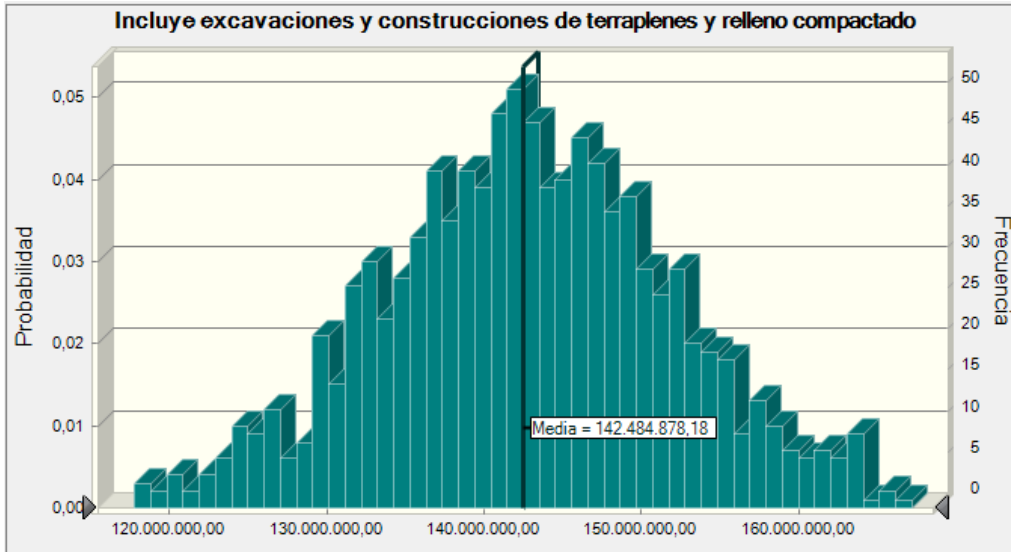


Simulación de Monte Carlo: Mezcla de concreto inadecuada.
Fuente: Guerra D. (2020).



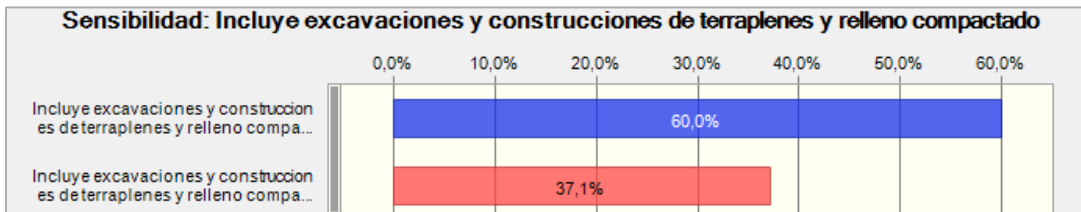
Análisis de sensibilidad: Mezcla de concreto inadecuada.
Fuente: Guerra D. (2020).

- Excavaciones y construcciones de terraplenes y relleno compactado:



Simulación de Monte Carlo: Excavaciones.

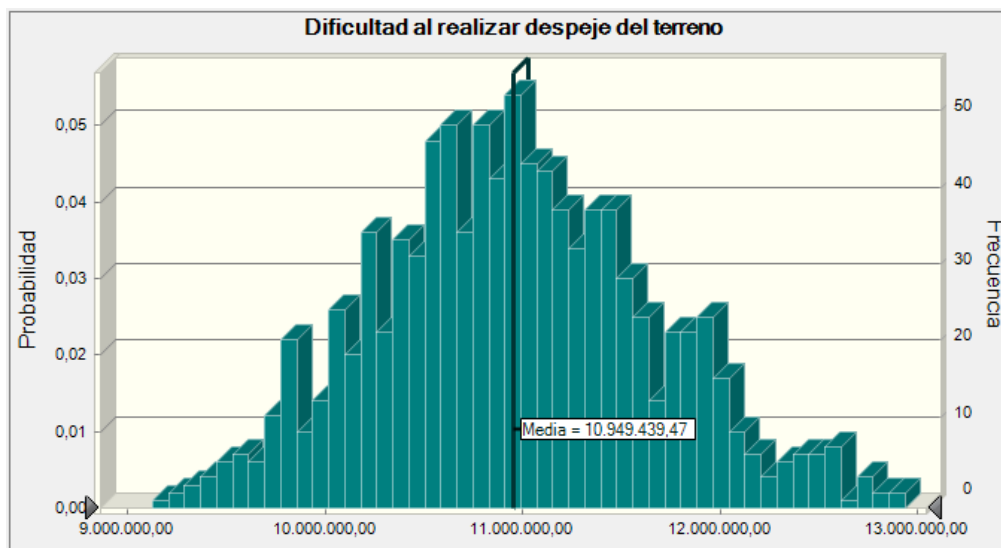
Fuente: Guerra D. (2020).



Análisis de sensibilidad: Excavaciones.

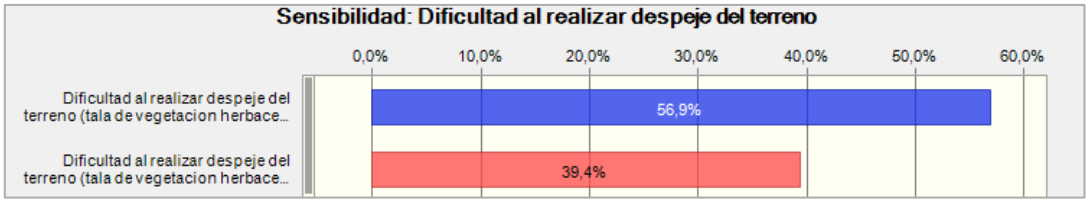
Fuente: Guerra D. (2020).

- Dificultad al realizar despeje del terreno (tala de vegetación herbácea y carga):



Simulación de Monte Carlo: Despeje del terreno.

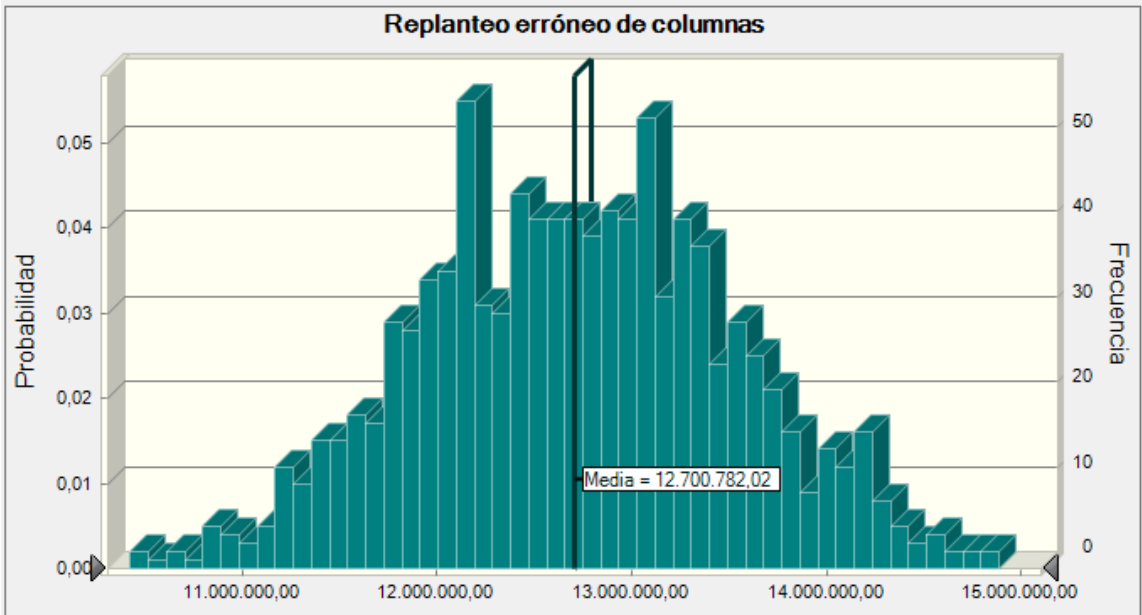
Fuente: Guerra D. (2020).



Análisis de sensibilidad: Despeje del terreno.

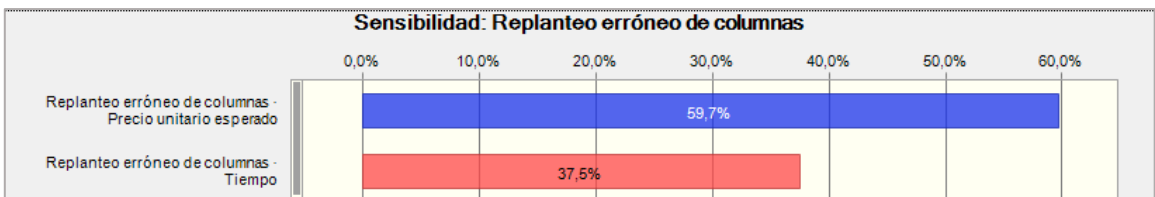
Fuente: Guerra D. (2020).

- Replanteo erróneo de columnas:



Simulación de Monte Carlo: Replanteo erróneo de columnas.

Fuente: Guerra D. (2020).



Simulación de Monte Carlo: Replanteo erróneo de columnas.

Fuente: Guerra D. (2020).

Apéndice E

Propuesta de lineamientos para la gestión de riesgos de viviendas unifamiliares

PROPUESTA DE LINEAMIENTOS PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES

Autor: Daniella Guerra
C.I.: V-25.955.892

Tutor Académico: Ing. Reynaldo Riveros

San Diego, marzo del 2020

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pg.
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
ÍNDICE DE TABLAS	iii
1. La evaluación en la ejecución de proyectos.....	1
2. Plan ejecución del proyecto BIM para gestión de riesgos.....	1
2.1. Gestión del cambio	2
2.2. Desarrollo del protocolo.....	2
3. Desperdicios que pueden evitarse con las aplicaciones BIM.....	3
3.1. Desperdicios evitados por la implementación de la guía PMBOK.....	4
4. Herramientas y técnicas para la administración de riesgos basados en la guía PMBOK.....	4
4.1. La guía PMBOK y BIM para la administración de riesgos.....	4
4.2. Gestión de riesgos de un proyecto.....	5
5. Identificación de los riesgos	11
6. Informe de los riesgos.....	14
7. Análisis Cualitativo de riesgos.....	15
8. Análisis Cuantitativo de riesgos	20
8.1. Ejecución de la Simulación de Monte Carlo	21
8.1.1. Elaboración de cronograma de ejecución del proyecto.....	21
8.1.2. Identificar la incertidumbre en el modelo.....	22
8.1.3. Ejecutar la Simulación de Monte Carlo	22
8.1.4. Analizar la Simulación de Monte Carlo	24
9. Elaborar acciones en función a la información obtenida.....	26
10. Implementación de la respuesta a los riesgos.....	30
11. Monitoreo y control.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	CONTENIDO	Pg.
1	BIM según la guía PMBOK	5
2	Gestión de Riesgos según la guía PMBOK	5
3	Diagrama de Gantt resumido	22
4	Distribución Triangular	23
5	Distribución Normal	23
6	Simulación de Monte Carlo	24
7	Análisis de sensibilidad	24

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	CONTENIDO	Pg.
1	Estructura de desglose de trabajo	6
2	Estructura general de las fuentes de riesgo del proyecto.....	7
3	Características de los riesgos del proyecto.....	8
4	Matriz de probabilidad e impacto.....	8
5	Definición de términos referentes al proyecto a ejecutar.....	9-10
6	Estructura de desglose de riesgos.....	15-16
7	Registro de riesgos detallado.....	17-18
8	Calculo de magnitud de cada uno de los riesgos.....	19
9	Probabilidad e impacto de cada uno de los riesgos analizados cuantitativamente y su correspondiente cálculo de magnitud.....	25-26
10	Acciones y medidas sugeridas para minimizar la probabilidad de ocurrencia de riesgos.....	27-30

1. La evaluación en la ejecución de proyectos

El riesgo se define como “la posibilidad de sufrir un daño o pérdida” (Project Management Institute, 1998), el cual tiende a convertirse en un desastre en el que algo o alguien sufren dicho perjuicio. Esta eventualidad obedece a que los riesgos de cierto modo son desconocidos, es decir, son identificables pero variables según su impacto dado que su ocurrencia se encuentra sujeta a factores que hacen de ellos clasificarlos en tres tipos de categorías de las cuales encontramos los riesgos del proyecto que se enfocan en aspectos de recursos, tamaño, planificación y personal, los riesgos técnicos que obedecen a especificaciones técnicas y diseño, y los riesgos del negocio que corresponde a problemas del entorno.

De acuerdo con su incidencia, y según el tipo de escenario, el evaluar los riesgos al momento de la planeación de proyectos es esencial con el fin desarrollar un adecuado un proceso de identificación, evaluación y gestión, con el objetivo de evitar potenciales adversidades nacidas de la no atención adecuada al riesgo en un proyecto, y potenciales adversidades que involucren la no ejecución del proyecto.

2. Plan ejecución del proyecto BIM para gestión de riesgos

El protocolo o plan de ejecución del proyecto BIM es el marco clave que guiará el desarrollo del proyecto a través del proceso BIM. El propósito del protocolo es maximizar la eficiencia de la adopción del sistema BIM en distintas fases del proyecto. Además, se utiliza para definir estándares, configuraciones y las mejores prácticas que aseguren información de calidad y uniformidad en la generación de planos. El protocolo BIM es esencial para asegurar que los archivos están correctamente estructurados y permitir el uso compartido de información en un ambiente de trabajo colaborativo compuesto por equipos multidisciplinares.

Cada proyecto gestionado en BIM debe tener su propio protocolo, ya que cada obra tiene sus singularidades. El protocolo se establece, por tanto, como documento clave para llevar a cabo de forma satisfactoria un proyecto BIM.

Los protocolos BIM confeccionan la estructura organizativa de cada proyecto. Ponen de manifiesto a todos los participantes, las metas y objetivos que BIM tiene en un proyecto en particular y sus reglas. También ayudan a nuevos miembros del equipo a comprender y participar de forma más sencilla en lo que en grandes proyectos puede resultar una compleja forma de trabajo.

Existen numerosos estudios que demuestran como el uso de BIM ayudan a mejorar la comunicación, evitar errores y mitigar los riesgos en una etapa temprana de diseño, logrando posteriormente alcanzar un espacio de trabajo más seguro y la reducción de obras complementarias, atrasos y sobrecostos; de igual manera, disminuye las situaciones de riesgo laboral.

En la actualidad el correcto uso de BIM facilita los procesos, ya que permite adelantarnos al futuro, conociendo y poniendo a prueba el funcionamiento de la edificación antes de su construcción, reduciendo así los posibles riesgos significativamente. Asimismo, BIM ayuda a contar con la opción de prefabricación de piezas o elementos pre-ensamblados en un ambiente controlado, usualmente utilizado para elementos estructurales.

Los riesgos en proyectos de construcción durante la etapa de diseño pueden ocurrir cuando el diseño no cumple con las necesidades del propietario y usuarios. La falta de definición en los requerimientos o una comunicación poco efectiva entre el equipo de diseño y los clientes crea o aumenta este tipo de riesgo.

2.1. Gestión del cambio.

El protocolo debe reflejar cómo se harán y guardarán los cambios. BIM permite que distintas personas trabajen concurrentemente sobre un modelo, a diferencia de la secuencia normal de trabajo. Definir un proceso formal por el que los participantes soliciten cambios en el modelo permitirá conseguir trazabilidad en los cambios efectuados al modelo y establecer responsabilidades sobre éstos en caso de que afecten por ejemplo al transcurso de la ejecución del proyecto.

2.2. Desarrollo del protocolo.

Es común que sea trabajoso que el protocolo esté completamente terminado al finalizar su redacción. Por lo tanto, se necesitarán condiciones adicionales conforme se va

avanzando en el progreso del proyecto. Se deben fijar fechas de revisión del protocolo, tanto con los participantes como con colaboradores BIM externos.

3. Desperdicios que pueden evitarse con las aplicaciones BIM

Sobreproducción

Producción de cantidades más grandes que las requeridas o antes de lo necesario; planos adicionales poco prácticos o excesivamente detallados, uso de equipamientos demasiado sofisticados, mayores calidades de las requeridas.

Esperas o tiempo de inactividad

Interrupciones del trabajo debido a falta de datos, información, especificaciones u órdenes, resultados de laboratorio, contradicción en los documentos de diseño, etc.

Transporte innecesario

Relacionado con el movimiento interno de los recursos en la obra. Por lo general, está relacionado con la mala distribución y la falta de planificación de los flujos de materiales e información.

Sobre-procesamiento

Procesos adicionales en la construcción o instalación de elementos que causan el uso excesivo de materia prima, equipos, energía, etc. Monitorización y control adicional causada por la falta de comunicación (inspecciones excesivas o duplicadas).

Exceso de inventario

Inventarios excesivos, innecesarios o antes de tiempo que conducen a pérdidas de material (por deterioro, pérdidas debidas a condiciones inadecuadas de stock en la obra, robo o vandalismo), personal adicional para gestionar ese exceso de material y costes financieros por la compra anticipada.

Movimientos innecesarios

Se refiere a los movimientos innecesarios o ineficientes realizados por los trabajadores durante su trabajo. Esto puede ser causado por la utilización de equipo inadecuado, métodos de trabajo ineficaces, falta de estandarización o mal acondicionamiento del lugar de trabajo. Pérdida de tiempo y bajas laborales.

Defectos de calidad

Errores en el diseño, mediciones y planos; desajuste entre planos de diseño y planos de estructura e instalaciones, uso de métodos de trabajo incorrectos, mano de obra poco cualificada. Como consecuencia: repetición del trabajo e insatisfacción del cliente.

3.1. Desperdicios evitados por la implementación de la guía PMBOK

Los desperdicios manejados en los proyectos representan habitualmente sobrecostos que pueden sacar de balance a un proyecto. El PMI como metodología no identifica un desperdicio como tal, sino que este lo asocia a un exceso de gestión donde la mayor parte de los proyectos no pueden ser identificados al encontrarse en etapas avanzadas del mismo, dándonos la oportunidad de implementar lecciones aprendidas en algún proyecto futuro. Otro desperdicio en PMI está asociado al incumplimiento de los criterios de salida, donde se ven defectos a lo largo del avance de obra al ser tareas mal realizadas, incompletas o que fueron evadidas produciendo insatisfacción.

4. Herramientas y técnicas para la administración de riesgos basados en la guía PMBOK.

4.1. La guía PMBOK y BIM para la administración de riesgos

Cuando se habla de la aplicación de la metodología de administración de proyectos, el PMBOK es uno de los medios para lograr de forma eficaz la administración correcta para salir de cualquier crisis, esto debido a que desde el inicio del proyecto permite establecer objetivos claros del mismo.

La metodología de la guía PMBOK propone ver BIM como una nueva forma de trabajo y de gestión de procesos de un proyecto en su fase de diseño y construcción, para así mejorar la productividad del mismo, así como también se logra ver como un conjunto de herramientas informáticas. *(Ver Figura 1)*

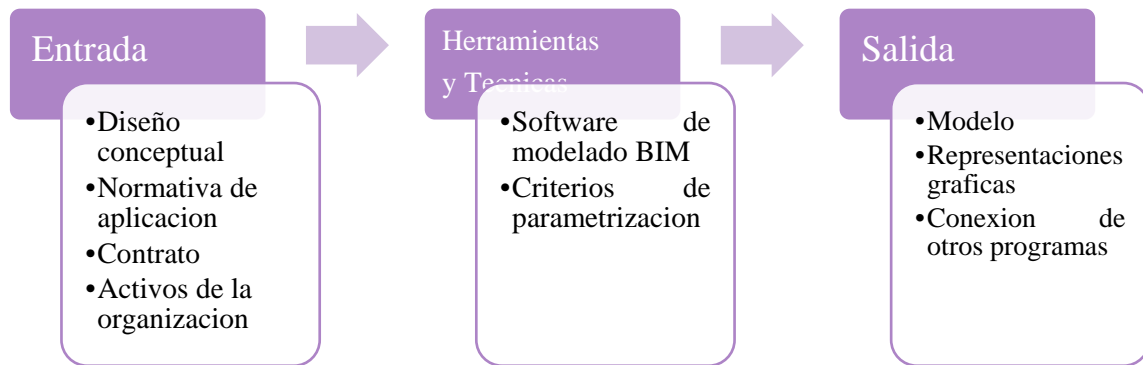


Figura 1: BIM según la guía PMBOK.
 Fuente: Guerra D. (2020).

4.2. Gestión de riesgos de un proyecto

Ésta incluye todos aquellos procesos que se deben llevar a cabo para realizar una buena gestión de riesgos, así como la identificación, el análisis, la planificación e implementación de respuesta y control de los riesgos de un proyecto. Según PMBOK, el objetivo de la gestión de riesgos de un proyecto consiste en aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos negativos en el proyecto. *(Ver Figura 2)*



Figura 2: Gestión de Riesgos según la guía PMBOK.
 Fuente: Guerra D. (2020).

Para realizar la gestión correcta de riesgos de una edificación de tipo unifamiliar, se utilizará como ejemplo la planificación de una vivienda de dos plantas, con dimensiones de $145m^2$, con un costo de inversión de proyecto de 9.237.582.783,65 Bs y contará con una reserva de contingencia de 900.000.000,00 Bs. Los precios expuestos datan de enero del año 2020. A su vez se presentará una Estructura de Desglose de Trabajo el cual definirá el alcance total del proyecto. En el caso de este proyecto tipo, se tomará en cuenta la etapa de construcción de la estructura de desglose de trabajo. (Ver Tabla 1)

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR						
INICIO DEL PROYECTO						
PRELIMINARES		CONSTRUCCIÓN				CIERRE
ESTUDIOS Y LICENCIAS	DISEÑO	ESTRUCTURAS	OBRA GRIS	OBRA LIMPIA	ACABADOS	PRUEBAS DE INSTALACIONES
ESTUDIO DE SUELOS	DISEÑO ARQUITECTONICO O	CIMENTACIÓN	MAMPOSTERÍA	ENCHAPE MUROS Y PISOS	EQUIPOS ELECTRICOS	ENTREGA DE VIVIENDA AL CLIENTE
LICENCIA DE DEMOLICIÓN	DISEÑO ESTRUCTURAL	ESTRUCTURA	FRISO	PINTURA DE MUROS	EQUIPOS SANITARIOS	CIERRE DE CONTRATOS
LICENCIA DE VENTAS	DISEÑO HIDRAULICO Y GAS		MORTERO	PINTURA DE TECHOS	CARPINTERÍAS	CIERRE ADMINISTRATIVO
LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN	DISEÑO ELECTRICO				ORNAMENTACIÓN	CIERRE DEL PROYECTO
					ASEO FINAL	

Tabla 1: Estructura de desglose de trabajo.

Fuente: Guerra D. (2020).

Luego, para componer un plan de gestión de riesgos se incluirán los siguientes aspectos:

- **Estrategia de riesgos**, donde se describe el enfoque general para la gestión de riesgos en este proyecto.
- **Metodología**, definiendo los enfoques, las herramientas y las fuentes de datos específicos que se utilizarán para llevar a cabo la gestión de riesgos en el proyecto.
- **Roles y responsabilidades**, definiendo el líder, el apoyo y los miembros del equipo de gestión de riesgos para cada tipo de actividad descrita en el plan de gestión de los riesgos, y explica sus responsabilidades.
- **Financiamiento**, identificando los fondos necesarios para realizar actividades relacionadas con la Gestión de los Riesgos del Proyecto.

- **Calendario**, definiendo cuándo y con qué frecuencia se llevarán a cabo los procesos de Gestión de los Riesgos del Proyecto a lo largo del ciclo de vida del proyecto, y establece las actividades de gestión de riesgos a incluir en el cronograma del proyecto.
- **Categorías de riesgo**, proporcionando un medio para agrupar los riesgos individuales de cada proyecto.

A continuación, se presenta un ejemplo de la estructura general de las fuentes de riesgo del proyecto. (Ver Tabla 2)

NIVEL 0	NIVEL 1	NIVEL 2
FUENTES DE RIESGO DEL PROYECTO	RIESGO ORGANIZACIONAL	DIRECCION DE PROYECTOS
		DIRECCION DE PROGRAMA
		DOTACION DE RECURSOS
		COMUNICACIÓN ORGANIZACIÓN
		ENTRE OTROS
	RIESGO TÉCNICO	DEFINICIÓN DE ALCANCE
		DEFINICIÓN DE REQUISITOS
		TECNOLOGÍA
		ESTIMACIONES, SUPUESTOS Y RESTRICCIONES
		INTERFACES TÉCNICAS
		ENTRE OTROS
	RIESGO EXTERNO	LEGISLACIÓN
		TASA DE CAMBIO
		CLIMA
		NORMATIVA
	RIESGO OPERACIONAL	ENTRE OTROS
		RENDIMIENTO
		CONTRATACIONES
		RESPONSABILIDADES

Tabla 2: Estructura general de las fuentes de riesgo del proyecto.

Fuente: Guerra D. Basado en la Guía PMBOK 6ta Edición (2020).

Luego se deben incluir características con la finalidad de definir los riesgos a considerar, así como su probabilidad e impactos en caso de la ocurrencia de los mismos.

- **Apetito al riesgo del interesado**, registrado en el plan de gestión de los riesgos, ya que informan los detalles del proceso de Planificar la Gestión de los Riesgos.
- **Definiciones de la probabilidad e impactos de los riesgos**, reflejando el apetito al riesgo y los umbrales de la organización y los interesados clave.

ESCALA	PROBABILIDAD	IMPACTO SOBRE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO		
		TIEMPO	COSTO	CALIDAD
MUY ALTO	MAYOR A 70%	MAS DE 6 MESES	MAS DE \$5M	IMPACTO MUY SIGNIFICATIVO SOBRE LA FUNCIONALIDAD GENERAL
ALTO	51-70%	3-6 MESES	\$1M-\$5M	IMPACTO SIGNIFICATIVO SOBRE LA FUNCIONALIDAD GENERAL
MEDIANO	31-50%	1-3 MESES	\$501K-\$1M	ALGÚN IMPACTO SOBRE ÁREAS FUNCIONALES CLAVES
BAJO	11-30%	1-4 SEMANAS	\$100K-\$500K	IMPACTO MENOR SOBRE LA FUNCIONALIDAD GENERAL
MUY BAJO	1-10%	1 SEMANA	MENOR A \$100K	IMPACTO MENOR SOBRE LAS FUNCIONES SECUNDARIAS
NULO	MENOR A 1%	SIN CAMBIO	SIN CAMBIO	NINGÚN CAMBIO EN LA FUNCIONALIDAD

Tabla 3: Características de los riesgos del proyecto.

Fuente: Guerra D. (2020).

- Posteriormente se debe aplicar una **matriz de probabilidad e impacto**, utilizando definiciones de impacto positivo para las oportunidades y definiciones de impacto negativo para las amenazas. Se pueden utilizar para la probabilidad y el impacto términos descriptivos (como muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo) o valores numéricos.

AMENAZAS					
MUY ALTA 0,90	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72
ALTA 0,70	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56
MEDIANO 0,50	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40
BAJA 0,30	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24
MUY BAJA 0,10	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08
	MUY BAJO 0,05	BAJO 0,10	MEDIANO 0,20	ALTO 0,40	MUY ALTO 0,80

Tabla 4: Matriz de probabilidad e impacto.

Fuente: Guerra D. (2020).

- **Formatos de los informes:** donde se definen cómo se documentarán, analizarán y comunicarán los resultados del proceso de Gestión de los Riesgos del Proyecto.
- **Seguimiento:** donde se documenta cómo se registran las actividades de riesgo y cómo serán auditados.

Para representar de forma efectiva el plan de gestión de riesgos del proceso constructivo, se utilizará el siguiente cuadro donde se describe el modo en el que se estructurarán y se llevarán a cabo las actividades de la gestión de riesgos.

Términos	Definición
Estrategia del Riesgo	Se identificarán los riesgos, analizándolos de forma cualitativa y cuantitativamente, realizando también medidas para minimizar las amenazas.
Metodología	Se utilizará la metodología de la Guía PMBOK para gestionar éste proyecto, utilizando Revit, Maprex, Oracle Crystal Ball, Microsoft Excel y Trello como herramientas para la gestión del proyecto
Roles y Responsabilidades	Al definir el líder, el apoyo y los miembros, se tendrá un Director de proyectos y un Director de Riesgos. El Director del Proyecto tendrá la responsabilidad de aprobar el plan de gestión de riesgos, mientras que el Director de Riesgos será el encargado de gestionar y planificar los riesgos del proyecto, convocando reuniones y manteniendo actualizados al equipo de proyectos. En caso de ser necesario, se acudirá a expertos en determinados temas específicos cuando por causas de falta de conocimiento el propio equipo no sea capaz de su abordaje.
Financiamiento	El proyecto contará con 9.237.582.783,65BsS y una reserva de contingencia de 900.000.000,00BsS.
Calendario	La identificación de los riesgos principales la realizará a alto nivel el director del proyecto y el patrocinador durante la iniciación cuando se elabore el acta que constituya el proyecto. La planificación de riesgos comenzará luego de aprobada dicha acta y el equipo de dirección del proyecto se reunirá diariamente con el objetivo final de ejecutar un análisis cualitativo. Durante la ejecución del proyecto, este equipo se reunirá una vez por semana para controlar los riesgos durante la reunión semanal de avance del proyecto, en caso de existir muchos riesgos altos y frecuentes el equipo se reunirá diariamente para darles seguimiento y registrarlos. Así mismo, el director del proyecto determinará la frecuencia final y convocará las reuniones.

Términos	Definición
Categorías de Riesgo	Como medio para agrupar los riesgos individuales del proyecto, se categorizarán los riesgos basándose en una Estructura de Desglose de Riesgos tomando de referencia la proporcionada por la Guía PMBOK.
Apetito al Riesgo del Interesado	Al ser una ponderación de alto nivel de cuánto riesgo la administración y la Junta están dispuestos a aceptar en el logro de sus metas, el director del proyecto no aceptará cambios incontrolados.
Definiciones de la Probabilidad e Impacto de los Riesgos	La escala relativa de los impactos vendrá definida por una ponderación que va de 0,05, pasando por 0,10; 0,20 y 0,40 para llegar al valor máximo de 0,80. Igualmente, la escala relativa de probabilidad iniciará con un valor del 10%, pasando por los valores de 30%, 50% y 70% hasta llegar a 90%.
Matriz de Probabilidad e Impacto	Se utilizará el modelo de matriz de probabilidad e impacto descrito en la Guía PMBOK (6ta Edición)
Formatos de los Informes	Los formatos de los informes definen cómo se documentarán, analizarán y comunicarán los resultados del proceso de gestión de riesgos. Describen el contenido y el formato del registro de riesgos, así como de cualquier otro informe de riesgos requerido. Para esto, se utilizará la plantilla ubicada en el <i>apéndice F</i> .
Seguimiento	Se utilizará como herramienta de comunicación Trello, que proporciona un lugar para tareas compartidas, debates, intercambio de archivos, grupos de chat y vídeo conferencia de alta definición. En cada momento del proyecto, cualquier interesado que detecte un riesgo deberá comunicarlo. A su vez, se destinarán 15 minutos semanales en cada reunión de avance del proyecto para deliberar acerca de los riesgos del proyecto.

Tabla 5: Definición de términos referentes al proyecto a ejecutar.

Fuente: Guerra D. (2020).

Autodesk Revit, al ser un software de modelado de información para la construcción, constituye como herramienta de trabajo colaborativo para la gestión de proyectos, permitiendo desarrollar un modelo digital que puede ser cambiado por cualquier integrante del equipo de proyecto. Para la gestión de presupuesto y cronograma del proyecto, se sugiere utilizar MaPreX, el cual contiene partidas en constante actualización, para la generación de presupuestos, análisis de precios y cronogramas que pueden ser exportados a Microsoft Excel y así utilizar Oracle Crystal Ball para el análisis cuantitativo de los riesgos.

5. Identificación de los riesgos

Se define como el proceso para determinar aquellos riesgos que puedan afectar, tanto de forma negativa como positiva, el proyecto y así documentar sus características. Según la guía PMBOK, identificar los riesgos es un proceso iterativo debido a que pueden evolucionar o se pueden descubrir nuevos riesgos conforme el proyecto avanza a lo largo de su ciclo de vida. El objetivo principal al identificar los riesgos es poder llevar un análisis y un desarrollo de respuestas efectivas.

Comúnmente los daños generados por defectos en la construcción, se originan por:

- Errores en el replanteo.
- Modificaciones del proyecto.
- Incumplimiento de las normativas.
- Falta de definición del proyecto.
- Modificaciones en los materiales.

Existen diferentes tipos de técnicas de recopilación de datos para lograr identificar los riesgos del proyecto, entre ellas están:

- Tormenta de ideas donde un equipo multidisciplinario de expertos efectúa una lista completa de riesgos
- La técnica Delphi donde se obtiene una lista de riesgos del proyecto a partir de un grupo de expertos participando de forma anónima
- Análisis de causa raíz la cual identifica identificar un problema, determinar las causas subyacentes que lo ocasionan y desarrollar acciones preventivas.
- Análisis con lista de verificación se desarrollan sobre la base de la información histórica y del conocimiento acumulado a partir de proyectos anteriores similares y de otras fuentes de información.
- Análisis de supuestos donde se desarrolla en base a un conjunto de hipótesis, escenarios o supuestos
- Análisis FODA donde se examina el proyecto desde cada uno de los aspectos FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) para aumentar el espectro de riesgos identificados

A su vez, existen Técnicas de Diagramación de riesgos que pueden incluir:

- Diagramas de causa y efecto son útiles para identificar las causas de los riesgos.
- Diagramas de flujo de procesos o de sistemas los cuales muestran cómo se relacionan entre sí los diferentes elementos de un sistema, y el mecanismo de causalidad.
- Diagramas de influencias donde se representan gráficas de situaciones que muestran las influencias causales, la cronología de eventos y otras relaciones entre las variables y los resultados.

Para identificar los riesgos del proyecto puesto en ejemplo previamente, se utilizará como ejemplo la técnica de analizar con una lista de verificación sobre la base de la información histórica y del conocimiento acumulado a partir de proyectos de otras fuentes de información. A partir de esta técnica de identificar los riesgos del proceso constructivo categorizándolos por tareas separadas, los riesgos en cada tarea corresponden con un defecto que conlleva a un daño, identificando riesgos en cada fase de la siguiente forma:

Riesgos organizacionales

- Equipo de proyecto incapaz
- Falta de compromiso del equipo de proyecto
- Falta o poca liquidez de la empresa constructora
- Falta o inexistencia de recursos planificados
- Falta de capacidad en la gerencia para definir estrategias de priorización para la secuencia de las actividades que componen el desarrollo del proyecto.
- Falta de recursos técnicos, tecnológicos, humanos, materiales, entre otros, que permitan asegurar la correcta dirección y ejecución.

Riesgos externos

- Cambios en el alcance
- Condiciones climatológicas adversas
- Incumplimiento de supuestos
- Robos
- Atrasos en la entrega de suministros
- Aumento en los costos de los insumos

- Falta de mano de obra calificada
- Calidad deficiente de los materiales solicitados
- Incendio
- Oposición de la comunidad

Riesgos operacionales

- Atrasos en las contrataciones
- Índice elevado de accidentes laborales
- Falta de seguimiento de los medios establecidos de comunicación
- Mala asignación de responsabilidades
- Bajo rendimiento de trabajadores
- Planos o especificaciones deficientes
- Incumplimiento de los protocolos de monitoreo y control
- Replanteo erróneo de columnas
- Dificultad al realizar despeje del terreno (tala de vegetación herbácea y carga)
- Incluye excavaciones y construcciones de terraplenes y relleno compactado
- Mezcla del concreto inadecuada.
- Separación inadecuada del acero transversal.
- Separación inadecuada del acero longitudinal.
- Falta de acero de retracción cuando no se colocan mallas de acero en losas.
- Defectuosa disposición de encofrados.
- Depósito brusco de hormigón, con hundimiento de plantas en construcción.
- Inadecuada protección del acero.
- Defectos en las uniones (soldaduras defectuosas, grietas, burbujas, discontinuidad, impurezas, entre otros).
- Impericia o descuido en el manejo de las máquinas, causa de innumerables daños tanto a la propia obra como a terceros.
- Anclaje inapropiado (paredes, puertas y ventanas no anclados adecuadamente a la estructura).
- Incorrecta ejecución de los techos con colocación de pendientes y solapes inadecuados.

- Empleo de materiales defectuosos o inadecuados. Estos factores normalmente originan grandes siniestros.
- Posicionamiento erróneo de instalaciones sanitarias y/o eléctricas.
- Ocurrencia de accidentes o fallas mecánicas en el transporte para todos los materiales necesarios para llevar a cabo la construcción.

Riesgos técnicos

- Error en el diseño constructivo
- Error de sub-proyecto en las etapas de ingeniería básica y conceptual que dificultan el desarrollo de la ingeniería de detalles.
- Ausencia de software y hardware para el desarrollo de ciertas etapas del proceso de ingeniería que permitan realizar cálculos y diseños específicos.

6. Informe de los riesgos

Después de tener los riesgos identificados se debe llevar un documento en el cual se registren los resultados del análisis de riesgos y de la planificación de la respuesta a los riesgos. Debe contener los resultados de los demás procesos de gestión de riesgos a medida que se llevan a cabo, lo que da lugar a un incremento en el nivel y tipo de información contenida en el registro de riesgos conforme transcurre el tiempo.

El informe de los riesgos presenta información sobre los riesgos identificados del proyecto, así como los resultados de realizar el análisis cualitativo de riesgos, realizar el análisis cuantitativo de riesgos, planificar la respuesta a los riesgos, implementar la respuesta a los riesgos y monitorear los riesgos también son incorporados en el informe de riesgos a medida que se completan estos procesos.

Al momento de ejecutar el proyecto se deben realizar actualizaciones a los documentos del proyecto en cada reunión semanal, se debe tomar en cuenta la actualización de los registros de supuestos debido a que durante el proceso Identificar los Riesgos se pueden determinar nuevos supuestos, se pueden identificar nuevas restricciones y los supuestos o limitaciones existentes pueden ser revisados y modificados; el registro de

incidentes al verificar nuevos problemas descubiertos y por último, realizar actualizaciones al registro de lecciones aprendidas.

7. Análisis cualitativo de riesgos

Está definido como el proceso de priorizar riesgos para que sean analizados por su grado de incertidumbre, permitiendo reducir la probabilidad de ocurrencia de riesgos negativos al concentrarse en los riesgos de alta prioridad.

Para llevar a cabo éste análisis, se pueden aplicar diferentes técnicas como lo son:

- Evaluación de Probabilidad e Impacto de los Riesgos la cual estudia la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo específico y evaluando el impacto del riesgo estudiado que afecten los objetivos del proyecto.
- Categorización de riesgos utilizando una estructura de desglose de riesgos.
- Representaciones de datos como matrices de probabilidad e impacto o diagramas jerárquicos.

Para continuar con el proceso de planificación de gestión de riesgos se elaborará una estructura de desglose de los riesgos identificados previamente donde se tomarán en cuenta los riesgos de la fase constructiva de la obra. Consiste en categorizar en niveles los riesgos identificados. (Ver Tabla 6)

Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2
Riesgos de la obra	Ejecución de la obra	Replanteo erróneo de columnas.
		Dificultad al realizar despeje del terreno (tala de vegetación herbácea y carga)
		Incluye excavaciones y construcciones de terraplenes y relleno compactado
		Mezcla del concreto inadecuada
		Separación inadecuada del acero transversal
		Separación inadecuada del acero longitudinal
		Falta de acero de retracción cuando no se colocan mallas de acero en losas
		Defectuosa disposición de encofrados.
		Depósito brusco de hormigón, con hundimiento de plantas en construcción
		Inadecuada protección del acero
		Defectos en las uniones (soldaduras defectuosas, grietas, burbujas, discontinuidad, impurezas, etc)
Impericia o descuido en el manejo de las máquinas, causa de innumerables daños tanto a la propia obra como a terceros.		

Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2
Riesgos de la Obra	Ejecución de la obra	Anclaje inapropiado (paredes, puertas y ventanas no anclados adecuadamente a la estructura)
		Incorrecta ejecución de los techos con colocación de pendientes y solapes inadecuados
		Empleo de materiales defectuosos o inadecuados. Estos factores normalmente originan grandes siniestros.
		Posicionamiento erróneo de instalaciones sanitarias y/o eléctricas.
		Ocurrencia de accidentes o fallas mecánicas en el transporte para todos los materiales necesarios para llevar a cabo la construcción
	Dirección de proyectos	Equipo de proyecto incapaz
		Falta de compromiso en el proyecto del equipo de trabajo
		Falta o inexistencia de recursos planificados
		Falta de capacidad de gerencia para definir estrategias
		Falta de recursos que permitan la correcta dirección y ejecución
		Ausencia de software para el desarrollo de etapas de trabajo
	Externo	Cambios en el alcance
		Condiciones climatológicas
		Incumplimiento de cronograma
		Robo o vandalismo
		Atrasos en la entrega de materiales
		Aumento en los costos de los materiales
		Falta de mano de obra calificada
		Calidad deficiente en los materiales
		Incendio
		Oposición de la comunidad con el proyecto
	Gerencial	Atrasos en contrataciones
		Accidentes laborales
Falta de seguimiento de las actividades		
Mala asignación de responsabilidades		
Bajo rendimiento de trabajadores		
Deficiente especificaciones de actividades		
Diseño	Incumplimiento de protocolos de control y monitoreo	
	Error en el diseño constructivo	

Tabla 6: Estructura de desglose de riesgos.

Fuente: Guerra D. (2020).

Una vez establecida la estructura de desglose de riesgos de la obra, se procede a la elaboración de un registro de estos efectos, donde se realiza una breve descripción de cada riesgo, si éste lo amerita, colocando su categorización, donde, para este caso, se analizarán los riesgos en la ejecución de la obra y por ultimo su tipo de incidencia (si es negativo o positivo). (Ver Tabla 7).

Registro de Riesgos			
Actividad	Riesgos	Categoría	Tipo
1	Replanteo erróneo de columnas.	De ejecución	Negativo
2	Dificultad al realizar despeje del terreno (tala de vegetación herbácea y carga)	De ejecución	Negativo
3	Incluye excavaciones y construcciones de terraplenes y relleno compactado	De ejecución	Negativo
4	Mezcla del concreto inadecuada	De ejecución	Negativo
5	Separación inadecuada del acero transversal	De ejecución	Negativo
6	Separación inadecuada del acero longitudinal	De ejecución	Negativo
7	Falta de acero de retracción cuando no se colocan mallas de acero en losas	De ejecución	Negativo
8	Defectuosa disposición de encofrados.	De ejecución	Negativo
9	Depósito brusco de hormigón, con hundimiento de plantas en construcción	De ejecución	Negativo
10	Inadecuada protección del acero	De ejecución	Negativo
11	Defectos en las uniones (soldaduras defectuosas, grietas, burbujas, discontinuidad, impurezas, entre otros)	De ejecución	Negativo
12	Anclaje inapropiado (paredes, puertas y ventanas no anclados adecuadamente a la estructura)	De ejecución	Negativo
13	Incorrecta ejecución de los techos con colocación de pendientes y solapes inadecuados	De ejecución	Negativo
14	Empleo de materiales defectuosos o inadecuados. Estos factores normalmente originan grandes siniestros.	De ejecución	Negativo
15	Posicionamiento erróneo de instalaciones sanitarias y/o eléctricas.	De ejecución	Negativo
16	Ocurrencia de accidentes o fallas mecánicas en el transporte para todos los materiales necesarios para llevar a cabo la construcción	De ejecución	Negativo
17	Equipo de proyecto incapaz	Dirección de proyectos	Negativo
18	Falta de compromiso en el proyecto del equipo de trabajo	Dirección de proyectos	Negativo
19	Falta o inexistencia de recursos planificados	Dirección de proyectos	Negativo
20	Falta de capacidad de gerencia para definir estrategias	Dirección de proyectos	Negativo

Actividad	Riesgos	Categoría	Tipo
21	Falta de recursos que permitan la correcta dirección y ejecución	Dirección de proyectos	Negativo
22	Ausencia de software para el desarrollo de etapas de trabajo	Dirección de proyectos	Negativo
23	Cambios en el alcance	Externo	Negativo
24	Condiciones climatológicas	Externo	Negativo
25	Incumplimiento de cronograma	Externo	Negativo
26	Robo o vandalismo	Externo	Negativo
27	Atrasos en la entrega de materiales	Externo	Negativo
28	Aumento en los costos de los materiales	Externo	Negativo
29	Falta de mano de obra calificada	Externo	negativo
30	Calidad deficiente en los materiales	Externo	Negativo
31	Incendio	Externo	Negativo
32	Oposición de la comunidad con el proyecto	Externo	Negativo
33	Atrasos en contrataciones	Gerencial	Negativo
34	Accidentes laborales	Gerencial	Negativo
35	Falta de seguimiento de las actividades	Gerencial	Negativo
36	Mala asignación de responsabilidades	Gerencial	Negativo
37	Bajo rendimiento de trabajadores	Gerencial	Negativo
38	Deficiente especificaciones de actividades	Gerencial	Negativo
39	Incumplimiento de protocolos de control y monitoreo	Gerencial	Negativo
40	Error en el diseño constructivo	Diseño	Negativo

Tabla 7: Registro de riesgos detallado.

Fuente: Guerra D. (2020).

Al realizar la evaluación de los riesgos que tienen un impacto mayor en el proyecto, se utilizarán factores como el costo del proyecto, el tiempo o plazo de ejecución por actividad, el alcance que tenga el proyecto y la tolerancia al riesgo que se pueda tener con respecto a las restricciones que tenga el proyecto. Estos riesgos, se analizan generalmente en reuniones de evaluación de riesgos, junto con el equipo del proyecto o con otros interesados.

De esta forma, utilizando este principio en el ejemplo de edificación contemplado, se pueden analizar los riesgos asignando una ponderación estimada tanto a su probabilidad de ocurrencia como al impacto, resultando la magnitud de cada efecto al multiplicar la probabilidad por el impacto. El análisis cualitativo estará contenido en una matriz de riesgos, donde se tendrán ordenados los riesgos según su importancia para el proyecto, de esta forma

funcionara para realizar el control y seguimiento respectivo que puedan afectar la fase de ejecución del proyecto.

Mediante valores asumidos, se elaborará la matriz de riesgo con probabilidad e impacto a aquellos riesgos que no puedan cuantificarse. (Ver Tabla 8)

Registro de Riesgos				
Actividad	Riesgos	Probabilidad	Impacto	Magnitud
1	Equipo de proyecto incapaz	25%	64%	16%
2	Falta de compromiso en el proyecto del equipo de trabajo	28%	32%	9%
3	Falta o inexistencia de recursos planificados	16%	25%	4%
4	Falta de capacidad de gerencia para definir estrategias	32%	28%	9%
5	Falta de recursos que permitan la correcta dirección y ejecución	26%	77%	20%
6	Ausencia de software para el desarrollo de etapas de trabajo	45%	42%	19%
7	Cambios en el alcance	12%	50%	6%
8	Condiciones climatológicas	21%	43%	9%
9	Incumplimiento de cronograma	9%	11%	1%
10	Robo o vandalismo	60%	10%	6%
11	Atrasos en la entrega de materiales	63%	14%	9%
12	Aumento en los costos de los materiales	94%	6%	6%
13	Falta de mano de obra calificada	24%	25%	6%
14	Calidad deficiente en los materiales	12%	8%	1%
15	Incendio	12%	33%	4%
16	Oposición de la comunidad con el proyecto	32%	38%	12%
17	Atrasos en contrataciones	25%	36%	9%
18	Accidentes laborales	15%	40%	6%
19	Falta de seguimiento de las actividades	19%	47%	9%
20	Mala asignación de responsabilidades	45%	20%	9%
21	Bajo rendimiento de trabajadores	32%	28%	9%
22	Deficiente especificaciones de actividades	22%	55%	12%
23	Incumplimiento de protocolos de control y monitoreo	20%	80%	16%
24	Error en el diseño constructivo	40%	45%	18%

Tabla 8: Calculo de magnitud de cada uno de los riesgos.

Fuente: Guerra D. (2020).

8. Análisis cuantitativo de riesgos

El objetivo de realizar un análisis cuantitativo es lograr cuantificar la exposición al riesgo del proyecto y de esta forma planificar una respuesta efectiva a los riesgos.

Para el ejemplo de vivienda unifamiliar, se realizará un análisis utilizando como herramienta el programa Oracle Crystal Ball, donde extiende la capacidad de pronosticar situaciones de riesgo para mejorar de forma eficiente la toma de decisiones utilizando una hoja de cálculo Excel, de esta forma se realizará una categorización de riesgos para con la finalidad de realizar una evaluación de probabilidad e impacto de los riesgos, donde se organizará una lista de riesgos en cada fase del proyecto y se evaluará el porcentaje de probabilidad e impacto de cada uno.

La Simulación Monte Carlo

Según la guía PMBOK, es el proceso que genera cientos o miles de resultados de desempeños posibles sobre la base de distribuciones de probabilidades para el costo y cronograma a nivel de tareas individuales. Los resultados son usados posteriormente para generar una distribución de probabilidad para el proyecto en su totalidad.

Siguiendo la metodología descrita en la guía PMBOK, la Simulación Monte Carlo se usa normalmente como herramienta durante la fase de análisis cuantitativo de los riesgos del proyecto con el objetivo de cuantificar los riesgos en cuanto a costes y tiempos. Al aplicar este método, el jefe de obra es capaz de justificar las reservas presupuestarias para contingencias para hacer frente a los problemas que podrían afectar al proyecto de forma adversa.

La simulación Monte Carlo, a pesar de no ser usada comúnmente en la gestión de proyectos, sí tiene cierta relevancia para determinadas prácticas. Esta relevancia se da sobre todo en el campo de gestión de costes y tiempos a la hora de cuantificar el nivel de riesgo en cuanto al presupuesto o a la fecha de finalización.

Incertidumbre en tiempos

La simulación Monte Carlo puede aplicarse a la planificación de obras para cuantificar la seguridad de poder alcanzar con éxito la fecha de entrega de obra. El jefe de

obra y el resto de expertos involucrados asignan una distribución de probabilidad en función de la duración de cada tarea para obtener mejores cálculos. Normalmente se usan tres posibilidades de estimación para simplificar esta práctica, en la que el experto introducirá las situaciones optimista, pesimista y más probable para cada tarea.

Una vez completada la simulación, el jefe de obra puede informar de la probabilidad de finalización del proyecto para una fecha en particular, lo que le permitirá asignar un tiempo de reserva para el proyecto.

Incertidumbre en costes

El jefe de obra puede utilizar la simulación Monte Carlo para comprender mejor los costes incluidos en el presupuesto y hacer una estimación del coste final. En vez de asignar distribuciones de probabilidad a las fechas de finalización de las tareas, el jefe de obra asignará estas distribuciones de probabilidad a los costes del proyecto. El resultado final es la distribución de probabilidad del coste final total del proyecto. Esta distribución se usa a menudo para asignar reservas de contingencias, que serán usadas cuando haya que aplicar planes de contingencia como respuesta a riesgos que se materializan en problemas.

8.1. Ejecución de la Simulación de Monte Carlo

Para elaborar un modelo de simulación de Monte Carlo en Oracle Crystal Ball se deben seguir los siguientes pasos:

- a) Crear un cronograma de ejecución de la realidad del proyecto.
- b) Identificar la incertidumbre en el modelo.
- c) Ejecutar la simulación.
- d) Analizar la simulación.
- e) Elaborar acciones en función a la información obtenida.

8.1.1. Elaboración de cronograma de ejecución del proyecto.

Tomando como base los datos obtenidos al realizar el presupuesto estimado de la vivienda a analizar (*Ver Apéndice A*) se calculó la cantidad de días necesarios para la culminación de cada tarea con la relación entre el rendimiento estimado según la base de datos de MaPreX y la cantidad de tareas a realizar en cada actividad.

Luego se procede a realizar un Diagrama de Gantt, en este caso se utilizó Microsoft Excel con la finalidad de observar el día de inicio y final de cada una de las sub-fases. (ver Apéndice B)

A continuación, se presenta un Diagrama de Gantt resumido donde se observa el inicio y final de cada una de las fases. La obra se estima que se construirá desde el 1 de enero del 2020 hasta el 9 de septiembre del 2020. (Ver figura 3)

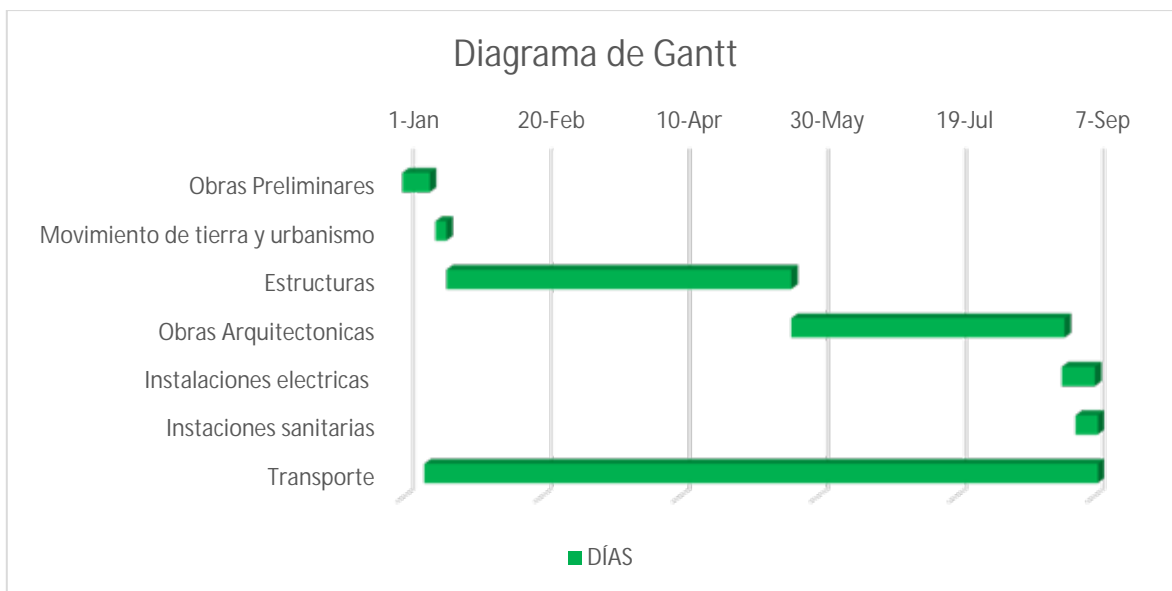


Figura 3: Diagrama de Gantt resumido.
Fuente: Guerra D. (2020).

8.1.2. Identificar la incertidumbre en el modelo.

Antes de proceder a realizar la simulación, se realizará un desglose de los riesgos estimados como importantes para la ejecución del proyecto, y a su vez determinar su categorización, donde, para este caso, se analizarán los riesgos en la ejecución de la obra y por ultimo su tipo de incidencia (si es negativo o positivo). (Ver Tabla 7)

8.1.3. Ejecutar la Simulación de Monte Carlo.

Luego de identificar los riesgos que ocurren en la ejecución del proyecto, se procede a realizar la Simulación de Monte Carlo con un programa que posea dicha función, en este caso se usó el programa Oracle Crystal Ball diseñado para realizar estimaciones probabilísticas de funciones determinadas según la necesidad.

En este caso se evaluará la probabilidad de que cada una de las actividades implicadas en cada riesgo identificado se ejecute en el tiempo estimado con el gasto esperado. Para esto se tomará en cuenta los siguientes datos:

- Días hábiles esperados, dicho dato se establecerá mediante una distribución triangular donde el tiempo máximo y mínimo estimado tendrá una varianza del 10%. (Ver *Figura 4*)

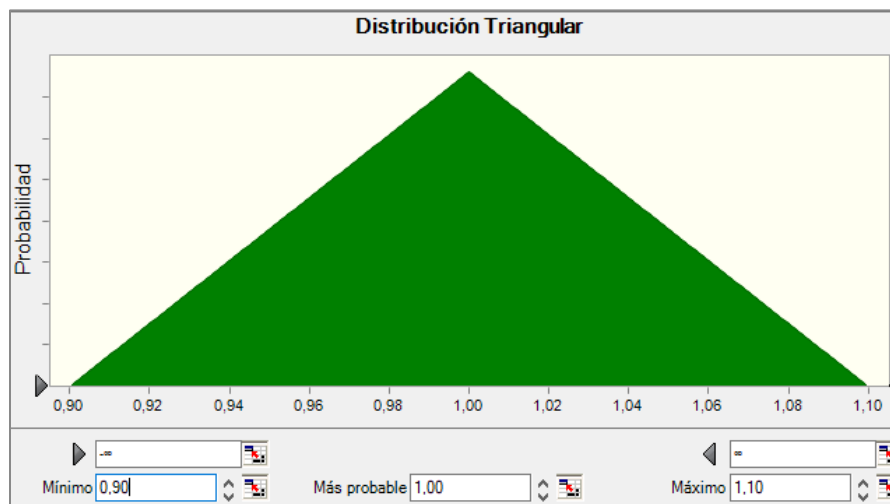


Figura 4: Distribución Triangular.

Fuente: Guerra D. (2020).

- Gasto día esperado, dicho dato se establecerá mediante una distribución normal con una desviación estándar del 5%, dicho porcentaje equivale a la máxima posibilidad de que un precio unitario varíe en una jornada/día. (Ver *Figura 5*)

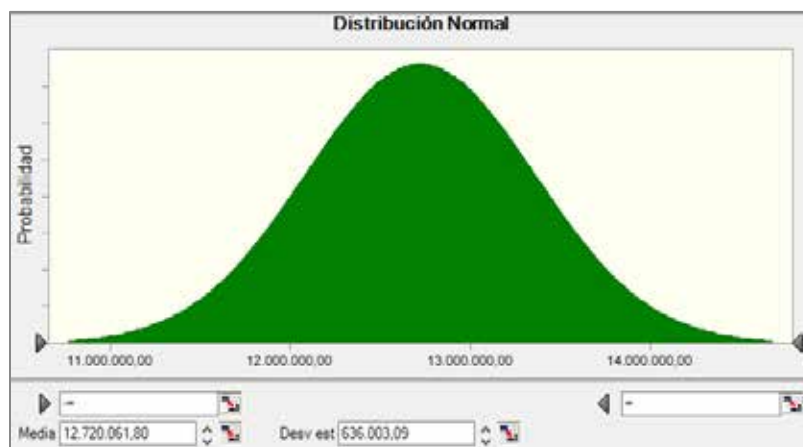


Figura 5: Distribución Normal.

Fuente: Guerra D. (2020).

Luego se definirán previsiones en cada una de las actividades o sub-fases de la fase constructiva del proyecto, y así poder ejecutar la Simulación de Monte Carlo.

8.1.4. Analizar la Simulación de Monte Carlo.

Después de definidas las previsiones, la simulación arrojará una serie de gráficos de frecuencia donde se puede observar la probabilidad de que el gasto medio ocurra en un determinado intervalo de gastos, observando a su vez, la media probabilística de la misma. (Ver Figura 6)

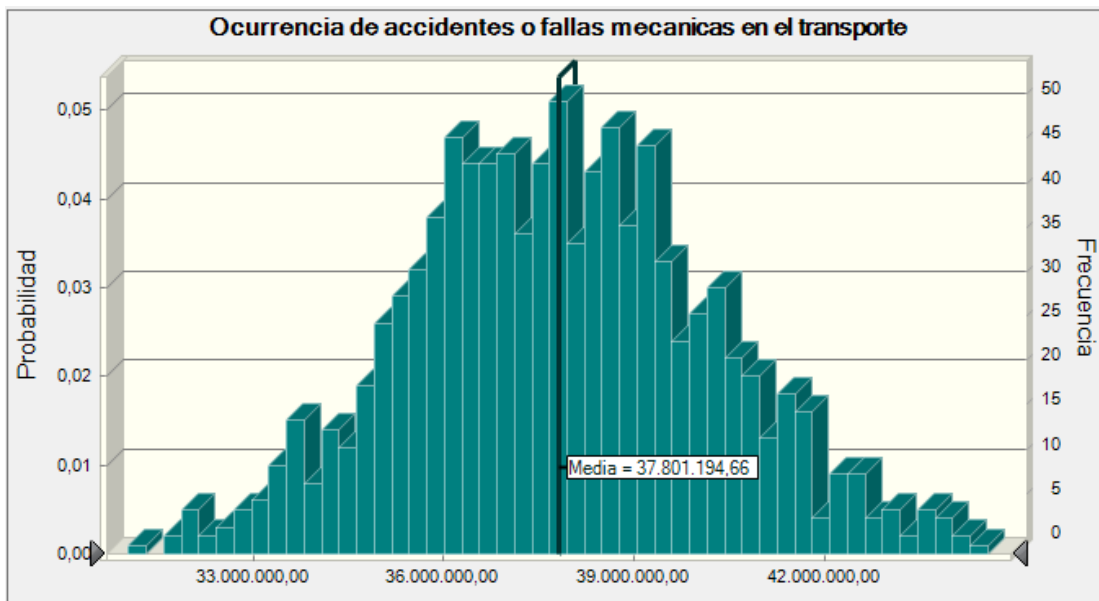


Figura 6: Simulación de Monte Carlo.
Fuente: Guerra D. (2020).

A su vez se obtiene un análisis de sensibilidad donde se puede observar la probabilidad de que existan cambios en los datos previstos inicialmente. (ver figura 7)

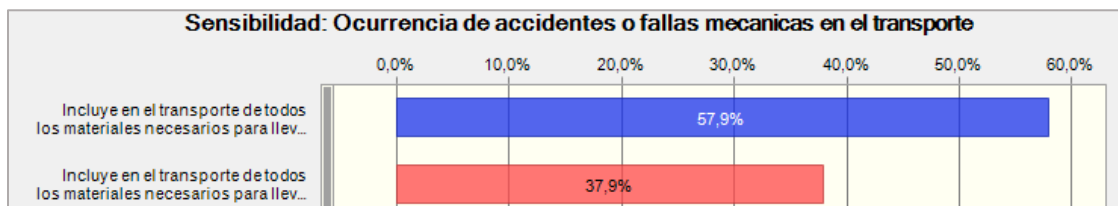


Figura 7: Análisis de sensibilidad.
Fuente: Guerra D. (2020).

De cada análisis de sensibilidad obtenido se puede entender que la variable referente al gasto (barra azul) se considerará como la probabilidad de que dicho riesgo produzca un impacto en la ejecución del proyecto. La variable referente al tiempo (barra roja) se considerará como la probabilidad de que dicho riesgo afecte el cronograma de ejecución del mismo.

Luego de obtenido los valores de probabilidad e impacto de cada actividad (*Ver Apéndice D*), se procede a calcular la magnitud del riesgo sobre la ejecución del proyecto. Dicha magnitud se calcula como la multiplicación de la probabilidad por el impacto de cada una de ellas. (*Ver Tabla 9*)

Registro de Riesgos				
Actividad	Riesgos	Probabilidad	Impacto	Magnitud
1	Replanteo erróneo de columnas.	38%	60%	23%
2	Dificultad al realizar despeje del terreno (tala de vegetación herbácea y carga)	39%	57%	22%
3	Incluye excavaciones y construcciones de terraplenes y relleno compactado	37%	60%	22%
4	Mezcla del concreto inadecuada	37%	60%	22%
5	Separación inadecuada del acero transversal	18%	80%	14%
6	Separación inadecuada del acero longitudinal	50%	49%	25%
7	Falta de acero de retracción cuando no se colocan mallas de acero en losas	37%	60%	22%
8	Defectuosa disposición de encofrados.	39%	59%	23%
9	Depósito brusco de hormigón, con hundimiento de plantas en construcción	41%	58%	24%
10	Inadecuada protección del acero	39%	56%	22%
11	Defectos en las uniones (soldaduras defectuosas, grietas, burbujas, discontinuidad, impurezas, etc)	38%	59%	22%
12	Anclaje inapropiado (paredes, puertas y ventanas no anclados adecuadamente a la estructura)	38%	60%	23%
13	Incorrecta ejecución de los techos con colocación de pendientes y solapes inadecuados	36%	62%	22%
14	Empleo de materiales defectuosos o inadecuados. Estos factores normalmente originan grandes siniestros.	38%	59%	22%

Actividad	Riesgos	Probabilidad	Impacto	Magnitud
15	Posicionamiento erróneo de instalaciones sanitarias y/o eléctricas.	41%	55%	23%
16	Ocurrencia de accidentes o fallas mecánicas en el transporte para todos los materiales necesarios para llevar a cabo la construcción	38%	58%	22%

Tabla 9: Probabilidad e impacto de cada uno de los riesgos analizados cuantitativamente y su correspondiente cálculo de magnitud.

Fuente: Guerra D. (2020).

9. Elaborar acciones en función a la información obtenida

En este proceso se desarrollan estrategias para abordar tanto los riesgos generales del proyecto, como los riesgos individuales. Este proceso debe ser llevado a cabo a lo largo de la gestión del proyecto, y de esta forma, cuando haya un avance en el proyecto, puedan ser identificados los riesgos tanto negativos como positivos.

Las acciones que se toman para hacer frente a las amenazas del proyecto son las siguientes:

- Escalar, donde las amenazas coinciden con los objetivos que se verían afectados si se produjera realmente la amenaza.
- Evitar, donde el equipo de proyecto actúa para eliminar la amenaza y así proteger el proyecto de su impacto.
- Transferir, implicando el desvío de la amenaza a un tercero, para que este maneje el riesgo y soporte su impacto si se produjera la amenaza.
- Mitigar, tomando medidas para reducir la probabilidad de ocurrencia y el impacto de la amenaza.
- Aceptar, reconociendo la existencia de la amenaza, pero siendo improductivo hacer frente a la amenaza.

En la Tabla 10 se muestra una matriz del proceso de ejecución de la obra, donde se identifica el riesgo, las acciones y medidas sugeridas por el equipo de proyecto y la frecuencia en que deben ser revisadas las actividades identificadas con mayor probabilidad de riesgo.

Acciones y medidas sugeridas				
Act.	Riesgos	Acción	Medida sugerida	Frecuencia
1	Replanteo erróneo de columnas.	Mitigación	Supervisión periódica de labores	Cada hora
2	Dificultad al realizar despeje del terreno (tala de vegetación herbácea y carga)	Mitigación	Contar con el equipo para la realización de la labor	Diaria
3	Incluye todo lo referente a excavaciones y construcciones de terraplenes y relleno compactado	Evitar	Realizar un estudio de suelos previo y planificar pasos para la finalización del trabajo.	Diaria
4	Mezcla del concreto inadecuada	Aceptación	Contar con plan de actividades en paralelo mientras se espera la mezcla adecuada	Varía
5	Separación inadecuada del acero transversal	Mitigación	Contar con un equipo de trabajo con experiencia	Diaria
6	Separación inadecuada del acero longitudinal	Mitigación	Contar con un equipo de trabajo experimentado	Diaria
7	Falta de acero de retracción cuando no se colocan mallas de acero en losas	Evitar	Buena gestión de materiales y organización de tareas	Diaria
8	Defectuosa disposición de encofrados.	Evitar	Inspección in situ al momento del colocado de encofrados.	Cada hora
9	Depósito brusco de hormigón, con hundimiento de plantas en construcción	Evitar	Contratación de equipo de trabajo experimentado	Diario
10	Inadecuada protección del acero	Transferencia	Sub-contratación de empresa especializada	Diario

Act.	Riesgos	Acción	Medida sugerida	Frecuencia
11	Defectos en las uniones (soldaduras defectuosas, grietas, burbujas, discontinuidad, impurezas, entre otros)	Aceptación	Plan patológico de estructuras	Semanal
12	Anclaje inapropiado (paredes, puertas y ventanas no anclados adecuadamente a la estructura)	Mitigación	Establecer un plan de monitoreo y control en la obra	Diario
13	Incorrecta ejecución de los techos con colocación de pendientes y solapes inadecuados	Evitar	Contratación de equipo de trabajo experimentado	Diario
14	Empleo de materiales defectuosos o inadecuados. Estos factores normalmente originan grandes siniestros.	Mitigación	Plan de verificación de materiales para su debida aceptación	Semanal
15	Posicionamiento erróneo de instalaciones sanitarias y/o eléctricas.	Evitar	Plan de inspección de actividades	Diario
16	Ocurrencia de accidentes o fallas mecánicas en el transporte para todos los materiales necesarios para llevar a cabo la construcción	Aceptación	Contratación de transporte adicional	Mensual
17	Equipo de proyecto incapaz	Mitigación	Supervisión de labores	Semanal
18	Falta de compromiso en el proyecto del equipo de trabajo	Mitigación	Comunicación constante	Semanal
19	Falta o inexistencia de recursos planificados	Aceptación	Contar con presupuesto para imprevistos	Semanal
20	Falta de capacidad de gerencia para definir estrategias	Mitigación	Contratar especialista en gestión de proyectos	Ocasional

Act.	Riesgos	Acción	Medida sugerida	Frecuencia
21	Falta de recursos que permitan la correcta dirección y ejecución	Mitigación	Contar con presupuesto para inversión	Ocasional
22	Ausencia de software para el desarrollo de etapas de trabajo	Evitar	Contar con aplicaciones que permitan desarrollar ciertas etapas del trabajo	Ocasional
23	Cambios en el alcance	Mitigación	Definir claramente la gestión de alcance	Ocasional
24	Condiciones climatológicas	Aceptación	Tener un plan de actividades que puedan ser realizadas bajo techo	Mensual
25	Incumplimiento de cronograma	Mitigación	Supervisión constante de labores	Diario
26	Robo o vandalismo	Transferencia	Tener empresa de vigilancia nocturna	Diario
27	Atrasos en la entrega de materiales	Mitigación	Realizar revisiones periódicas de inventarios	Mensual
28	Aumento en los costos de los materiales	Transferencia	Considerar el aumento porcentual	Semanal
29	Falta de mano de obra calificada	Mitigación	Contratación de personal sujeto a periodo de prueba	Quincenal
30	Calidad deficiente en los materiales	Mitigación	Plan de revisión de material para su debida aceptación	Diario (varia)
31	Incendio	Transferencia	Contar con póliza de seguro	Ocasional
32	Oposición de la comunidad con el proyecto	Mitigación	Comunicación constante con la comunidad	Varia
33	Atrasos en contrataciones	Evitar	Contar con plan de adquisiciones	Ocasional

Act.	Riesgos	Acción	Medida sugerida	Frecuencia
34	Accidentes laborales	Evitar	Aplicar políticas de seguridad ocupacional	Diaria
35	Falta de seguimiento de las actividades	Evitar	Establecer pautas de comunicación organizacional	Semanal
36	Mala asignación de responsabilidades	Mitigación	Establecer plan de roles y responsabilidades efectivo	Semanal
37	Bajo rendimiento de trabajadores	Mitigación	Establecer plan de monitoreo y control	Mensual
38	Deficiente especificaciones de actividades	Mitigación	Comunicación en equipo para corregir deficiencia	Quincenal
39	Incumplimiento de protocolos de control y monitoreo	Mitigación	Establecer plan de monitoreo y control	Semanal
40	Error en el diseño constructivo	Mitigación	Verificación mediante plan de inspección de actividades	Semanal

Tabla 10: Acciones y medidas sugeridas para minimizar la probabilidad de ocurrencia de riesgos.

Fuente: Guerra D. (2020).

Culminado el registro de riesgos, se debe actualizar la documentación, para verificar si existe cualquier cambio que pueda afectar directamente en el cronograma, en el presupuesto, o en la calidad del proyecto. Con ayuda de la planilla ubicada en el Apéndice F, se puede actualizar de forma eficiente el avance del proyecto con su respectivo estado de riesgos.

10. Implementación de la respuesta a los riesgos

Consiste en implementar planes o medidas sugeridas previamente descritas. En esta etapa se ejecutan las respuestas a los riesgos, tal y como se planificaron, con la finalidad de minimizar las amenazas individuales del proyecto y abordar la exposición al riesgo del proyecto en general.

La implementación se llevará a cabo con la actualización constante de documentos, entre ellos, ya sea a través de registros de lecciones aprendidas, registros de riesgos e informes de riesgos.

11. Monitoreo y control

Cuando se monitorea la implementación de los planes de respuesta a los riesgos, se debería hacer un seguimiento continuo a todos los riesgos identificados, permitiendo identificar y analizar nuevos riesgos que surjan, y evaluar la efectividad de la gestión de proyecto.

El control y monitoreo se debe llevar a cabo a lo largo de todo el proyecto. Para ello se utilizan como herramientas la realización de un análisis de reserva, donde se verifica la cantidad de reserva de contingencia que se tiene luego de haber aplicado las medidas necesarias para los riesgos; y un análisis de desempeño técnico, donde se comparan los logros técnicos que han ocurrido en la ejecución del proyecto.

La Guía PMBOK indica que este proceso utiliza la información de desempeño generada durante la ejecución del proyecto para determinar si:

- Las respuestas a los riesgos implementadas son efectivas.
- El nivel de riesgo general del proyecto ha cambiado.
- El estado de los riesgos individuales del proyecto ha cambiado.
- Han aparecido nuevos riesgos individuales del proyecto.
- El enfoque de gestión del riesgo sigue siendo adecuado.
- Los supuestos del proyecto siguen siendo válidos.
- Se respetan las políticas y procedimientos de gestión de riesgos.
- Las reservas para contingencias de costos o cronograma requieren modificación.
- La estrategia del proyecto sigue siendo válida.

Como herramienta de la metodología BIM, se recomienda la utilización de la plataforma Trello, un espacio colaborativo que organiza las tareas que se llevan a cabo y actualiza su estado de uno o varios procesos determinados.

Con esta plataforma online, es posible crear varios grupos de trabajos en función a la organización y gestión de roles y responsabilidades. Además, se permite la creación de tableros, listas, tarjetas y subida de archivos necesarios para la gestión de proyecto. El flujo de trabajo con Trello es dinámico, implicando un flujo continuo de información a los miembros del equipo, generando avisos para cada cambio realizado. En comparación a otras plataformas como Slack o Microsoft Teams, Trello contiene foros, gestión de actividades, archivos, asignaciones y empleados, así como almacenamiento de documentos de cualquier tipo y copias de seguridad automáticas.

Trello puede utilizarse con Autodesk Revit para organizar el flujo de trabajo, donde, desde Autodesk Revit, se puede hacer una captura de la vista activa de la pantalla en Revit, añadiendo gráficos y texto a la captura y compartirla en una tarjeta de la plataforma.

APÉNDICE F

Planilla para informe de la gestión de riesgo.

Información del Proyecto

Empresa / Organización	
Proyecto	
Fecha de preparación	
Cliente	
Patrocinador principal	
Gerente de Proyecto	

Estrategia del Riesgo

--

Metodología

--

Roles y Responsabilidades

--

Financiamiento

--

Calendario

--

Categorías de Riesgo

--

Estructura de Desglose de Riesgos (RBS)

NIVEL 0	NIVEL 1	NIVEL 2
FUENTES DE RIESGO DEL PROYECTO	RIESGO ORGANIZACIONAL	
	RIESGO TÉCNICO	

NIVEL 0	NIVEL 1	NIVEL 2
FUENTES DE RIESGO DEL PROYECTO	RIESGO EXTERNO	
	RIESGO OPERACIONAL	

Definiciones de Probabilidad e Impacto de Riesgos

Definiciones de Probabilidad

Muy Alta	
Alta	
Media	
Baja	
Muy Baja	

Definiciones de Impacto

Objetivo de Proyecto	Muy bajo (0,05)	Bajo (0,10)	Medio (0,20)	Alto (0,40)	Muy Alto (0,80)
Alcance					
Cronograma					
Costo					
Calidad					

Matriz de Probabilidad e Impacto

Amenazas (Riesgos)

Impacto		Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
		0,05	0,10	0,20	0,40	0,80
Muy Alta	0,90					
Alta	0,70					
Media	0,50					
Baja	0,30					
Muy Baja	0,10					

Oportunidades

Impacto		Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Muy Bajo
		0,05	0,10	0,20	0,40	0,80
Muy Alta	0,90					
Alta	0,70					
Media	0,50					
Baja	0,30					
Muy Baja	0,10					

Revisión de tolerancia de los interesados

Seguimiento

Avance de Proyecto

Estado Actual de Riesgos

Riesgo	Impacto	Plan de Respuesta	Responsable

Registro de Lecciones Aprendidas

Nombre del Proyecto	Área / Categoría	Fecha	Amenaza / Oportunidad

