

**IMPACTO DE LOS RIESGOS EN EL CRONOGRAMA DE LOS PROYECTOS DE  
CONSTRUCCION**



**Universidad  
de Cartagena**  
Fundada en 1827

**ANDRES FELIPE ARRIETA ACOSTA**

**MELISSA ANDREA MORALES FIGUEROA**

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL**

**CARTAGENA DE INDIAS**

**2021**

**IMPACTO DE LOS RIESGOS EN EL CRONOGRAMA DE LOS PROYECTOS DE  
CONSTRUCCION**

Autores:

**ANDRES FELIPE ARRIETA ACOSTA**

**MELISSA ANDREA MORALES FIGUEROA**

**MONOGRAFIA PARA OPTAR POR EL TITULO DE INGENIEROS CIVILES**

**DIRECTOR:**

**ING. RAFAEL JULIO MADRID GARCIA**

**GRUPO DE INVESTIGACION:**

**ESCONPAT**

Línea de Investigación:

Gerencia de Proyectos

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL**

**CARTAGENA DE INDIAS D.T.Y C.**

**2021**

**NOTA DE ACEPTACION**

---

---

---

---

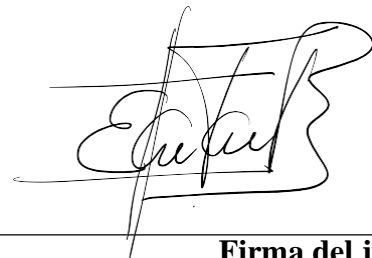
---



Firma del director  
**RAFAEL JULIO MADRID GARCIA**



Firma del jurado  
**JORGE ALVAREZ CARRASCAL**



Firma del jurado  
**ESTEBAN PUELLO MENDOZA**

## **TABLA DE CONTENIDO**

RESUMEN .....	5
ABSTRACT.....	6
INTRODUCCION .....	7
1. ASPECTOS GENERALES.....	10
2. LA GESTION DE RIESGOS Y LA VARIACION DEL CRONOGRAMA DE LOS PROYECTOS .....	18
3. JERARQUIZACION DE LOS RIESGOS SEGÚN SU AFECTACION EN EL CRONOGRAMA.....	35
4. INFLUENCIA DE LOS RIESGOS EN LA VARIACIÓN DEL TIEMPO DE LOS CRONOGRAMAS DE LOS PROYECTOS. ....	44
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	48
BIBLIOGRAFIA .....	50

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1: Riesgos presentes en proyectos residenciales. ....	20
Tabla 2: Riesgos presentes en proyectos no residenciales. ....	28
Tabla 3: Escala de impacto de un riesgo sobre los principales objetivos del proyecto. ....	37
Tabla 4: Impacto de los riesgos sobre el cronograma de proyectos residenciales. ....	38
Tabla 5: Impacto de los riesgos sobre el cronograma de proyectos no residenciales. ....	41

## RESUMEN

La presente monografía es el resultado del proceso de investigación bibliográfica y revisión documental de los autores alrededor de los alcances y contenidos propios de la doctrina de la gestión de riesgo, aunada a su consideración desde la jerarquización de los mismos y su interacción para con la variación de los tiempos de ejecución y realización de los proyectos, en aras de propender por una adecuada y eficiente comprensión de los procesos, su administración, gestión y eficiente realización, con base en las directrices normativas prescritas en la metodología de los soportes referentes, como lo son PMI, las NTC-ISO31000 & NTC-ISO31010, reafirmando con ello la pertinencia e incidencia de estos lineamientos en la prevención y atención a eventualidades e impases que llegasen a comprometer el resultado esperado, así como el cronograma definido con ocasión a un proyecto en específico. En desarrollo a lo anterior, el presente instrumento procura analizar y discriminar el impacto de los riesgos sobre el cronograma de distintos proyectos identificados y empleados a efectos de recrear un escenario de estudio de casos; así pues, se aborda en principio, la relación conceptual entre la gestión de riesgos y la variación del cronograma de los proyectos; en segunda instancia, la jerarquización de los riesgos según su afectación en el cronograma; posterior a ello, se identificará el grado de influencia de los riesgos en la variación del tiempo de los cronogramas de los proyectos; y finalmente, se definirán conclusiones respecto a lo previamente expuesto, siendo menester destacar que los proyectos de construcción poseen dentro del conjunto de riesgos que afectan el cronograma un 68% de riesgos de categoría moderada y alta, los cuales generan un retraso en el cronograma de entre el 5% y el 20%. Además se observó que los riesgos no varían respecto al tipo de proyecto, sin embargo, aumentan el impacto que tienen sobre el cronograma a medida que la magnitud del proyecto crece, además de esto el tratamiento que se le debe dar a dichos riesgos cobra mayor importancia.

## **ABSTRACT**

This monograph is the result of the process of bibliographic research and documentary review of the authors around the scope and contents of the doctrine of risk management, added to its consideration from the hierarchy of the same and its interaction with the variation of the execution times and realization of the projects, in order to promote an adequate and efficient understanding of the processes, their administration, management and efficient execution, based on the normative guidelines prescribed in the methodology of the referent supports, such as are PMI, the NTC-ISO31000 & NTC-ISO31010, thereby reaffirming the relevance and incidence of these guidelines in the prevention and attention to eventualities and impasses that could compromise the expected result, as well as the schedule defined on the occasion of a project in specific. In development of the above, this instrument seeks to analyze and discriminate the impact of risks on the schedule of different projects identified and used in order to recreate a case study scenario; Thus, in principle, the conceptual relationship between risk management and project schedule variation is addressed; in the second instance, the ranking of risks according to their impact on the schedule; After that, the degree of influence of the risks in the variation of the time of the schedules of the projects will be identified; and finally, conclusions will be defined regarding the previously exposed, being it necessary to emphasize that the construction projects have within the set of risks that affect the schedule 68% of risks of moderate and high category, which generate a delay in the schedule of between 5% and 20%. In addition, it was observed that the risks do not vary with respect to the type of project, however, they increase the impact they have on the schedule as the magnitude of the project grows, in addition to this, the treatment that should be given to these risks becomes more important. .

## INTRODUCCION

Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único (MARQUEZ ZUÑIGA & ECHEVERRIA MESINO, 2013). Todas las actividades de una organización implican riesgo, las organizaciones basan la gestión de riesgos a través de la identificación y análisis, seguido de una evaluación en donde se determina como satisfacer los criterios que presenta dicho riesgo mediante un tratamiento específico y oportuno. Realizar análisis de contratistas y de riesgos para identificar retrasos, previene interrupciones y promueve la continuidad del proyecto (Pamidimukkala & Kermanshachi, 2021). A través de este proceso, se forja la comunicación entre los organizadores y las demás partes involucradas en el proyecto y se ejerce control y monitoreo constante hasta el punto de garantizar que el riesgo no requiere más manejo (NTC-ISO 31000, 2011).

Los cambios en el cronograma a menudo conducen a un aumento en la probabilidad de que se generen sobrecostos y retrasos en el proyecto (Cheng et al., 2020). La presente investigación analiza la relación existente entre la gestión de riesgos y la gestión del cronograma en los proyectos de construcción, estudiando la influencia del plan de riesgo sobre la planeación, ejecución y monitoreo del cronograma de actividades. Los proyectos de construcción involucran varios factores de riesgo que tienen diversos impactos en los objetivos que pueden conducir a un retraso en el tiempo (Issa, 2013). Un proyecto es efectivo en términos de cumplir con las metas y objetivos predefinidos establecidos por las partes interesadas (Mukuka et al., 2015). El éxito de los proyectos de construcción requiere de liderazgo y de una excelente habilidad gerencial y de gestión. El éxito también está ligado al desarrollo de una estrategia que contiene la planificación efectiva, esta será la que considere el riesgo en el proyecto, además de controles y soluciones ágiles durante la ejecución del mismo (Huidobro et al., 2009b). En concordancia con lo anterior, se analiza la relación entre la gestión de riesgos y la gestión del cronograma, a partir del estudio del correcto desempeño bajo las directrices del PMI y la metodología ISO. Se describen los efectos que tiene la gestión de riesgos sobre el desarrollo y ejecución del cronograma, así como la manera en que la gestión del cronograma responde ante las acciones realizadas en el plan de riesgos y como estos frentes de trabajo coordinan para alcanzar los objetivos del proyecto, además de detallar las principales causas de las altas desviaciones en los cronogramas de los proyectos de construcción.



El estudio fue realizado en la ciudad de Cartagena de Indias, Colombia, ciudad en la que viven los autores, el director del proyecto de grado y donde se encuentra la Universidad de Cartagena, institución que acoge la presente investigación.

El tema de estudio se desarrolló a través de varias investigaciones a nivel regional, nacional e internacional; nos apoyamos estrechamente en estos estudios con el fin de transitar en la dirección correcta y aportar significativamente al campo investigativo.

A nivel regional y nacional se trabajó con los estudios de trabajos de grado de Villalba Herrera; Molinares & Veloza; Romero & Martelo entre otros desarrollados en la Universidad de Cartagena. A nivel internacional nos referiremos al trabajo de tesis para maestría y doctorado de Quevedo Porras para la universidad de Tacna.

Al llevar a cabo la investigación se enriqueció a la ciencia teórica detrás de la gerencia de proyectos al describir metodologías poco usadas en su gestión y que posibilitan un manejo integral de los mismos. Se alimentó el estado del arte de acuerdo al estudio de la gestión de cronograma y la gestión de riesgo, y como se relacionan estos dentro de un proyecto constructivo a través del análisis de las metodologías PMI e ISO, dando valor agregado a la investigación, gracias a que esta última es una normativa poco aplicada en el ámbito constructivo debido a que al publicarse en el 2012 existía un uso extendido de las buenas prácticas del PMI (*What is PMBOK in project management?*), con el fin de describir la línea de enlace entre estas dos metodologías y enriquecer el campo teórico para un mejor desarrollo de estos.

El desarrollo de la investigación impactó a la sociedad, teniendo en cuenta, que los administradores de proyectos de construcción deberían crear y poner en práctica estrategias que permitan alcanzar mayor madurez en la gestión de riesgos en conjunto a los demás aspectos de la organización (NTC 5254).

El objetivo principal del estudio fue analizar el impacto de los riesgos sobre el cronograma de los proyectos de acuerdo a los lineamientos definidos por los estándares PMI e ISO, a través de la revisión y análisis de artículos científicos, trabajos de grado y cronogramas de distintos proyectos dentro de un caso de estudio, con el fin de determinar su importancia en la gestión de los proyectos. Además de esto se identifican las causas que afectan el buen desempeño del desarrollo de las actividades de los proyectos, se determinan con base en estas, todos los riesgos que afecten la

duración de las actividades del cronograma de los proyectos utilizando la metodología definida por los estándares PMI e ISO, se priorizan y jerarquizan los riesgos con base en la información obtenida, estableciendo la influencia de los riesgos en la variación del tiempo de los cronogramas de los proyectos.

## 1. ASPECTOS GENERALES

El proceso de la gestión tiene como finalidad llevar a cabo el planteamiento, la evaluación, la organización y el control de dicha actividad a realizar, para poder lograr los objetivos propuestos (ROMERO MARTINEZ & MARTELO DIAZ, 2009). Un desafío principal para las prácticas de proyectos es lograr compensaciones entre múltiples criterios de decisión, incluidos el tiempo, el costo, la calidad y la sostenibilidad (Xiao et al., 2021). Este proceso permite realizar un análisis de los riesgos, teniendo en cuenta que no hay actividad que el ser humano realice que no conlleve a dicho concepto.

Por consiguiente, los riesgos son la eventualidad o probabilidad de que lo que suceda genere un impacto en los objetivos propuestos (Florez Ortega, 2010). De lo anterior radica la importancia de la gestión de riesgos, la cual incluye todo lo relacionado con el proceso de planificar esta gestión, junto con el análisis de los riesgos de un proyecto (ROMERO MARTINEZ & MARTELO DIAZ, 2009). Teniendo como objetivo principal el aumento de la probabilidad de la ocurrencia de eventos positivos más que negativos.

Asimismo, el plan de gestión de riesgos en los proyectos de construcción permite describir el modo en que se van a estructurar y de la misma forma llevar a cabo las actividades de la gestión de riesgo (Project Management Institute, 2017). Es de esperar que los riesgos identificados se mitiguen antes de que impacten fuertemente los proyectos de construcción (Konior, 2019). Es por esto que los sistemas de gestión de riesgos del proyecto permiten la identificación exhaustiva de riesgos, clasificación de riesgos en grupos, verificación de interacciones entre riesgos y evaluación de la frecuencia de ocurrencia del riesgo, junto con una especificación de los daños que pueden desencadenarse si ocurre un evento de riesgo (Basak et al., 2021). Es importante considerar que los riesgos se pueden clasificar de manera general desde distintos puntos para tener una mejor comprensión de los mismos y así mismo realizar su evaluación y su control, teniendo en cuenta el contexto y el proceso o actividad económica en la que se esté enfocado y así poder gestionar estos riesgos de una forma más eficiente, dependiendo de su tipo, ya sean de negocios o asegurables, según su incertidumbre pueden ser conocidos o desconocidos, según su naturaleza pueden ser discretos o escalables, además de acuerdo a los procesos de gerenciamiento pueden ser de alcance, calidad, cronograma o costos (Huidobro et al., 2009b).

En concordancia, la planificación de la gestión de riesgos se encuentra dirigida por el PMI (Project Management Institute), esta institución publicó la primera guía del PMBOK en 1990, la cual se ha encargado desde entonces de asociar a los profesionales relacionados con la gestión de proyectos (Project Management Institute, 2017). La importancia de esta guía se halla en que está basada en estándares de calidad de nivel internacional. Al seguirlos, se garantizan los resultados óptimos y una gestión eficaz de cualquier tipo de proyecto (*What is PMBOK in project management?*) en una empresa, para la presente monografía, fundamentalmente en proyectos de construcción. Dentro de este documento podemos encontrar áreas de conocimiento como lo son la gestión de integración, gestión del alcance, gestión del tiempo, gestión de costos, gestión de calidad, gestión recursos humanos, gestión de comunicaciones, gestión de riesgos y gestión de adquisiciones. Por consiguiente, los procesos de la gestión de riesgos dentro de los fundamentos del PMBOK se pueden conceptualizar primero, según la planificación de la gestión de riesgos, es decir, tener en cuenta como enfocar, planificar y llevar a cabo el desarrollo de las actividades; segundo, la identificación de los riesgos, eso quiere decir que en este punto se determinan la afectación que tienen los riesgos y de la misma forma documentar sus características; tercero, el análisis cualitativo de los riesgos, que consiste en realizar un análisis numérico de dichos riesgos; cuarto, la planificación de la respuesta de estos riesgos, en este punto se lleva a cabo el análisis de las posibles opciones para reducir las amenazas y por último el seguimiento y control de riesgos en donde se busca la ejecución de planes de respuesta a los riesgos (Huidobro et al., 2009a).

Existen varios métodos de gestión de riesgos en proyectos de construcción, sin embargo, siempre el principal objetivo es identificar los riesgos potenciales y evaluar la probabilidad de ocurrencia y el impacto (Bogucki & Polonski, 2019). Dentro de este orden de ideas, otra normativa en la cual se fundamenta la gestión de riesgos es la NTC-ISO 31000 la cual fue ratificada por el consejo directivo (ICONTEC) de 2011, teniendo en cuenta que esta norma siempre se mantiene actualizándose para poder suplir las necesidades que se requieran (Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 31000. Gestión de Riesgo. Principios y Directrices, 2011). La ISO 31000 tiene como objetivo principal ser empleada para armonizar los procesos de la gestión del riesgo, el cual debería ser parte fundamental en manejo del proyecto, estar incluido en las prácticas y poder adaptarse a los procesos que realice la organización.

- En primer lugar, un factor que siempre debe ocurrir en todas las etapas del proceso es la comunicación y consulta, en donde se busca un desarrollo temprano de los planes, tomando fundamentalmente las causas, consecuencias (si estas se conocen) y, por consiguiente, las medidas que se toman para ser tratado. Cabe considerar por otra parte; el equipo consultor puede garantizar que se tomen en cuenta los intereses de las partes involucradas, ayudar a que los riesgos estén bien identificados, entre otros aspectos.
  
- En segundo lugar, está el establecimiento del contexto, lo cual es necesario para el establecimiento de los objetivos dados por la organización, definiendo los parámetros externos e internos que se van a analizar para gestionar el riesgo, el alcance y los criterios del mismo para todo el proceso (Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 31000. Gestión de Riesgo. Principios y Directrices, 2011).
  
- En tercer lugar; se realiza la valoración del riesgo identificándolo, además de su origen, las áreas en que impacta, los sucesos, las causas y las consecuencias; lo anterior se realiza por medio de la elaboración de una lista de aquellos eventos que pueden influir de cualquier manera en el logro de los objetivos. Otro punto importante es el análisis del riesgo, el cual se fundamenta en la comprensión y el desarrollo del mismo, lo que permite una profunda evaluación para la toma de decisiones y la implementación de métodos pertinentes para su tratamiento. El siguiente punto trata de la evaluación del riesgo, que tiene como propósito principal posibilitar la toma de decisiones, tomando como referencia los resultados obtenidos tras el análisis anteriormente desarrollado. En esta instancia se identifican los riesgos que requieren tratamiento y cuál es la prioridad para su implementación; seguidamente se realiza el tratamiento, donde se selecciona una o más opciones para modificarlo. Dentro del anterior proceso se valora el tratamiento, se revisan los niveles de riesgo y su tolerabilidad, esto para determinar la necesidad de otro tratamiento y valorar su eficacia (Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 31000. Gestión de Riesgo. Principios y Directrices, 2011).

- Como último paso de este proceso se encuentra el monitoreo y revisión, cuyo fin es asegurar que los controles sean eficaces tanto en el diseño como en la operación, en los cuales se debe tener en cuenta la determinación de los riesgos emergentes y muy importante aprender las lecciones a partir de los eventos tanto negativos como positivos y sobre todo las tendencias (Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 31000. Gestión de Riesgo. Principios y Directrices, 2011).

La metodología que presenta la ISO para la identificación y evaluación de riesgos se describen en la norma NTC-ISO 31010, la cual es una norma de soporte para la NTC-ISO 31000 y suministra directrices sobre la elección y aplicación de técnicas sistemáticas para la valoración del riesgo (ISO 31010, 2019).

El estudio de los riesgos en proyectos de construcción no es algo nuevo, existen numerosas investigaciones que crean las bases de este análisis, creando una literatura respecto a la gestión de riesgos en proyectos de construcción a través de diversos enfoques. A continuación, se describen las investigaciones que fundamentan el desarrollo del presente estudio.

- *“Gestión de los riesgos en proyectos de construcción de obras civiles”*(ROMERO MARTINEZ & MARTELO DIAZ, 2009): Martínez y Martelo realizan una descripción a detalle de los procedimientos necesarios para ejercer control sobre los riesgos en proyectos de construcción, a través de la identificación de la naturaleza de los riesgos como primera acción, profundizando en los objetivos del proyecto que se verían afectados dada la ocurrencia del riesgo, a partir de este análisis, según los autores, se crea una matriz en la cual se plasman no solo las características del riesgo en relación al proyecto, sino que también se plantean las acciones necesarias para evitarlo o mitigarlo según sea el caso
- *“Formulación de un esquema metodológico para la aplicación de la gestión de riesgos en proyectos de construcción”* (Florez Ortega, 2010): La ingeniera Ortega realiza la formulación de un enfoque práctico para la aplicación de la gestión de riesgos en proyectos de construcción a través del estudio de las metodologías AS/ZNS 4360:2004, NTC 5254:2004, enfoque COSO y la del PMI; por medio de distintas etapas, como la Planificación del Gerenciamiento de los Riesgos, Identificación de los riesgos, el Análisis

cualitativo, Priorización del riesgo y la elaboración del plan de respuesta, Análisis cuantitativo, Monitoreo y Revisión.

- *“Plan de gestión del riesgo en proyectos de zonas rurales mediante la implementación de la gestión de proyectos (PMI)”*(BURGOS GUERRA, 2011): La ingeniera Burgos diseñó el plan de gestión de riesgos para el proyecto de construcción de redes de Acueducto y Alcantarillado en los municipios de Plato, Ariguaní y Aracataca en el departamento del Magdalena-Colombia con el fin de enfocar el análisis a los riesgos generados en proyectos de construcción localizados en zonas rurales, cuya ubicación plantea riesgos propios de este tipo de proyectos y dibuja nuevas líneas de gestión. Haciendo uso de la metodología planteada por el PMI se generó una matriz de riesgos que permitió la mitigación y control de los riesgos generados en dicho proyecto.
  
- *“Análisis cualitativo de factores de riesgo en proyectos de construcción de tipo residencial en la ciudad de Cartagena bajo la metodología del PMI®”* (VILLALBA HERRERA, 2012): Villalba logra identificar y analizar cada uno de los factores de riesgos que afectan a varios proyectos de construcción de tipo residencial en la zona norte de la ciudad de Cartagena, además de priorizarlos según el nivel de probabilidad e impacto en que estos se enmarcaron, para finalmente promover diferentes acciones para la prevención de los mismos, o la oportuna respuesta en el momento en que estos sucedan.
  
- *“Análisis cuantitativo de riesgos constructivos en edificaciones comerciales en la comuna norte de la ciudad de Cartagena indias bajo la metodología del PMI®”* (CONDE ARRIETA & HERNANDEZ HERRERA, 2012): Conde y Arturo realizan un análisis cuantitativo de los riesgos que se pudieron presentar en dos proyectos de edificación de tipo comercial en la comuna norte de la ciudad de Cartagena, específicamente San Lázaro y Mall Plaza, con el que se planteó a partir de los resultados la viabilidad de los proyectos estudiados sin aumento en costos y en tiempos de ejecución. El modelo de gestión de riesgos se diseñó a partir de la metodología del PMI, y se simuló el comportamiento del proyecto a través del software @RISK.

- *“Análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos en los proyectos de construcción de tipo residencial ubicados en la zona norte de la ciudad de Cartagena, bajo la metodología del PMF”* (Benitez & Romero, 2012): El estudio realizado, presenta un análisis de riesgos en los proyectos de tipo residencial ubicados en los barrios de Bocagrande, Castillogrande, Laguito y Manga de la ciudad de Cartagena. Este análisis de riesgos se basó en los principios del método descrito por el PMBOK, regido por los lineamientos del PMI. Esta investigación aplicó la metodología escogida a los cuatro aspectos que considera más importantes dentro de un proyecto de construcción (cronograma, alcance, presupuesto y calidad), priorizando el presupuesto y cronograma durante la simulación de Monte Carlo, el cual es el punto de partida para la realización del análisis cuantitativo a cada una de las muestras. Dicha simulación fue realizada empleando el software CRYSTAL BALL en donde se aplicaron modelos y distribuciones de probabilidad para poder obtener los resultados finales.
  
- *“Diseño e implementación de un modelo de gestión de riesgos para proyectos de construcción”* (MOLINARES JIMÉNEZ & PEREZ VELOSA, 2012): En esta investigación Molinares y Velosa diseñan e implementan un modelo de gestión generado a partir de una matriz de riesgo que permite controlar el impacto de estos en proyectos de construcción, este modelo se aplica a un proyecto que ya fue sometido a una gestión de riesgos por parte de REFICAR.
  
- *“Análisis cualitativo de los riesgos en proyectos de ampliación y remodelación de edificaciones con uso institucional y/o comercial bajo la metodología del PMI® en la ciudad de Cartagena”* (MARQUEZ ZUÑIGA & ECHEVERRIA MESINO, 2013): Zuñiga y Echeverria identificaron los riesgos en los proyectos de ampliación y remodelación de edificaciones con uso institucional y/o comercial en la ciudad de Cartagena bajo la metodología del PMI®, al igual que el objetivo del proyecto donde el riesgo generó mayores problemas, categorizaron los riesgos con la ayuda de la matriz de probabilidad e impacto en aceptables, tolerables e intolerables, por último determinaron las posibles causas y se dio una respuesta ante la aparición del riesgo.



- *“Impacto de los riesgos residuales en los proyectos de ingeniería civil”* (LEÓN TORRES, 2019): León realiza una revisión bibliográfica donde identifica si en la gestión de los riesgos de los proyectos de ingeniería civil son contemplados los riesgos residuales que se pueden presentar después de dar respuesta a aquellos presentes en el proyecto.

De la misma forma, a nivel internacional se ha generado investigaciones que enriquecen el área de estudio, como se describen a continuación.

- *“Modelo de gestión de riesgos y su impacto en el alcance, tiempo y costo de los proyectos de saneamiento básico en la región de Tacna, 2017”* (QUEVEDO PORRAS, 2019): Quevedo desarrolla un modelo de gestión de riesgos que mejora el alcance, tiempo y costo en los proyectos de saneamiento básico de administración directa ejecutados por la Empresa Pública de Saneamiento de la Región de Tacna. Para este fin la investigación adquiere los datos por medio de encuestas y evaluación de expertos, que son procesados con el Método de Monte Carlo utilizando el Programa RiskyProject Professional que registra los riesgos que forman parte del alcance, determina la contingencia en costo y tiempo. El modelo de gestión de riesgos a seguir, responde a las buenas prácticas del PMBOK. La aplicación del modelo propuesto mejora la ejecución de proyectos de saneamiento básico de la Región de Tacna permitiendo el cumplimiento del alcance, plazo, una rentabilidad económica y el desarrollo sostenible.
- *“Implementation of lean construction techniques for minimizing the risks effect on project construction time”* (Issa, 2013): Este estudio sugiere y aplica una nueva técnica para minimizar el efecto de los factores de riesgo en el tiempo utilizando principios de construcción ajustada. La construcción ajustada se implementa en este estudio utilizando el último sistema de planificación a través de la ejecución de un proyecto industrial en Egipto. La evaluación del efecto del uso de la nueva herramienta se describe en términos de dos medidas: Porcentaje de tiempo de espera esperado (PET) y Porcentaje de plan completado (PPC). Los factores de riesgo más importantes se identifican y evalúan, mientras que el PET se cuantifica al inicio del proyecto y durante la ejecución del proyecto utilizando un modelo para la cuantificación del tiempo de espera. Los resultados mostraron que el tiempo total del proyecto se reduce en un 15,57% debido a la disminución de los

valores de PET, mientras que los valores de PPC mejoraron. Estos resultados se deben a minimizar y mitigar el efecto de la mayoría de los factores de riesgo en este proyecto debido a la implementación de técnicas de construcción ajustada.

- *“Effects of construction projects schedule overruns: a case of the gauteng province, south Africa”* (Mukuka et al., 2015): Este documento evalúa los efectos de los excesos en el cronograma de proyectos de construcción en la industria de la construcción de Gauteng, Sudáfrica. Los datos utilizados en este documento se obtuvieron tanto de fuentes primarias como secundarias. Los hallazgos del estudio revelaron que la extensión del tiempo, los sobrecostos, la pérdida de ganancias, las disputas, la mala calidad del trabajo debido a la prisa del proyecto, crean estrés en el cliente, daños por aceleración, mala reputación con el equipo de contratación, reclamos y demoras en la obtención de ganancias. Por parte del cliente fueron los principales efectos de los retrasos en el cronograma de proyectos de construcción en Gauteng, Sudáfrica.
  
- *“Inclusión de la gestión de riesgos en el estudio de ofertas para licitaciones de proyectos de construcción”* (Huidobro et al., 2009a): El artículo se fundamenta en la asimetría de la asignación de riesgos en los contratos de construcción, donde el contratista debe asumirlos según lo establecido por el mandante o inducido en las bases de licitación. Relaciona la gestión de riesgos y la toma de decisiones, proponiendo usar la metodología incluida en el estándar PMBOK® por estar integrada a otras áreas del conocimiento de la dirección de proyectos. Muestra una clasificación general de riesgos, su asignación en los contratos y los riesgos transversales que enfrentan las empresas constructoras y destaca el vínculo con los procesos de materialización del proyecto de construcción. Finalmente, propone incluir la gestión de riesgos en el estudio de ofertas posibilitando al contratista elaborar una propuesta más ajustada, asegurando un mejor desempeño durante el proceso de construcción tanto para la organización como para el dueño.

En relación con este tema partiremos la presente investigación con la identificación de las causas que afectan el buen desempeño del desarrollo de las actividades de los proyectos basados en los estándares PMI e ISO, para así determinar con base en las causas todos los riesgos que afecten la duración de las actividades del cronograma de los proyectos.

## **2. LA GESTION DE RIESGOS Y LA VARIACION DEL CRONOGRAMA DE LOS PROYECTOS**

El riesgo en forma general, es una medida de la variabilidad de los posibles resultados que se puedan esperar de un evento (Benitez & Romero, 2012). El PMI en su libro guía PMBOK, dentro del cual se explica que el primer paso es recopilar los "Datos de Entrada", refiriéndose con esto a toda la documentación del proyecto, acuerdos realizados, activos de los procesos de la organización y demás factores que afectan el funcionamiento del proyecto desde la dirección hasta la ejecución del mismo. En segundo lugar, se procesa esta información a través del juicio de expertos en el tema, análisis de los datos en reuniones donde se empleen habilidades interpersonales y de equipo, todo esto con el fin de obtener como resultado final un registro de los riesgos a través de un informe que detalle la naturaleza de cada uno de ellos, y permita actualizar los documentos del proyecto.

El enfoque de evaluación de riesgos debe estar disponible en el plan de riesgos y aplicarse desde el inicio del proyecto para abordar una evaluación precisa y permitir una mejor comprensión de estos y su impacto en los objetivos de los proyectos de infraestructura . El análisis del riesgo implica la consideración de las causas y las fuentes del riesgo, sus consecuencias y la probabilidad de que tales consecuencias puedan ocurrir (ISO 31010, 2019). La normativa ISO 31010 presenta un conjunto de métodos para la identificación y análisis de riesgos en los proyectos, uno de estos es la “Matriz de Consecuencia y Probabilidad” la cual se usa como una herramienta de clasificación en casos en donde se han identificado muchos riesgos y además estos afectan distintos objetivos del proyecto. Esta matriz permite determinar los riesgos a los cuales se le deben asignar mayores recursos de gestión, prevención y monitoreo. Para el desarrollo de esta metodología es necesario crear dos escalas adaptadas para la consecuencia y la probabilidad inherente a cada riesgo, las cuales al cruzarse generan una matriz que determina el nivel de peligrosidad del riesgo; esta metodología comparte muchas similitudes con la metodología del PMI por lo que para efectos de la presente investigación homologaremos la “Matriz de Probabilidad e Impacto” generada en la metodología PMI a la “Matriz de Consecuencia y Probabilidad” para estudiar los riesgos desde la metodología ISO. Del mismo modo, se homologan el proceso de identificación de riesgos desde la metodología PMI al proceso de identificación de riesgos desde la metodología ISO.

La identificación de los riesgos comprende un chequeo o análisis detallado de todas aquellas actividades que se pueden convertir o en las cuales puede existir un riesgo para los objetivos del proyecto en etapa de planeación o ejecución (VILLALBA HERRERA, 2012). Los proyectos implican varios factores de riesgo que impactan en los objetivos del cronograma y pueden llevar a un retraso. Las demoras generalmente se desencadenan debido a una comunicación débil, requisitos del proyecto poco claros y malentendidos regulares en la industria de la construcción. (Kumar et al., 2020). A continuación, se presentan los riesgos que afectan el cronograma de los proyectos de construcción y para realizar la selección de los riesgos nos referimos a investigaciones pasadas, analizando los resultados obtenidos en dichas investigaciones, más específicamente la lista de riesgos identificados en los proyectos trabajados por cada uno de los autores. En segundo lugar, extrajimos los riesgos que afectan directamente al cumplimiento del cronograma del proyecto. Seguidamente, determinamos la causa principal de estos riesgos, teniendo en cuenta que para algunos no estaban definidas.

Los riesgos que afectan el cronograma del proyecto se distribuyeron de la siguiente manera. Bajo el manto de “Riesgos presentes en proyectos residenciales”, agrupamos los riesgos identificados en las investigaciones presentados en la Tabla 1:

- *“Análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos en los proyectos de construcción de tipo residencial ubicados en la zona norte de la ciudad de Cartagena, bajo la metodología del PMIP” de Benitez y Romero.*
- *“Diseño e implementación de un modelo de gestión de riesgos para proyectos de construcción” de Molinares y Pérez.*
- *“Análisis cualitativo de factores de riesgo en proyectos de construcción de tipo residencial en la ciudad de Cartagena bajo la metodología del PMI®” de Johan Luis Villalba Herrera.*

Bajo el manto de “Riesgos presentes en proyectos no residenciales”, agrupamos los riesgos identificados en las investigaciones presentados en la Tabla 2:

- *“Análisis cuantitativo de riesgos constructivos en edificaciones comerciales en la comuna norte de la ciudad de Cartagena indias bajo la metodología del PMI®” de Conde y Hernández.*

- “Análisis cualitativo de los riesgos en proyectos de ampliación y remodelación de edificaciones con uso institucional y/o comercial bajo la metodología del PMI® en la ciudad de Cartagena” de Márquez y Echeverría.
- “Formulación de un esquema metodológico para la aplicación de la gestión de riesgos en proyectos de construcción”.

Tabla 1: Riesgos presentes en proyectos residenciales.

	<b>RIESGO</b>	<b>CAUSA</b>
1	Acceso a la obra deficiente.	Vías deficientes y con poco radio de giro para camiones grandes.
2	Apretado calendario del proyecto	Cambio en la fecha de entrega*
3	Atraso en la autorización y expedición de los permisos	Actualizaciones en la legislación permisiva*
4	Atraso en la iniciación de las obras.	Legalización del contrato, pólizas y permisos pertinentes por definir.
5	Ausencia de rutas de transporte público en la zona de trabajo.	La construcción se realiza en zonas de difícil acceso o alejadas del casco urbano.
6	Baja disponibilidad de mano de obra en el momento que se requiera (oportunidad)	Alta demanda de personal calificado*
7	Baja disponibilidad del equipo en el momento	Alta demanda de equipos de construcción*
8	Baja productividad de los equipos.	Equipos con una vida útil bastante avanzada.
9	Bajo rendimiento del personal	Personal no capacitado*
10	Bajo rendimiento del personal operativo a cargo.	No existe una verificación del desarrollo de las actividades de la obra por parte de la interventoría y la coordinación de la obra
11	Calidad del trabajo defectuosa; no aceptada por parte de la interventora.	Mano de obra poco calificada
12	Cambios de diseño.	Modificaciones requeridas por los clientes

13	Cambios en el modelo y método constructivo.	Situaciones diferentes a las planteadas en los planos y especificaciones.
14	Cambios en los reglamentos de construcción e impuestos	Actualizaciones en la legislación permisiva*
15	Cantidades adicionales	Debido al cambio de diseños y especificaciones.
16	Carencia de equipo y material idóneo para las pruebas.	No se hizo un seguimiento detallado para especificar los equipos necesarios para la realización de ensayos y pruebas dentro de la obra
17	Carencia de metas claras para el cumplimiento de requerimientos de HSE.	No existe personal calificado encargado de la seguridad social que controle todo lo relacionado con la protección de los trabajadores en la obra.
18	Condiciones del terreno distintas a las descritas (donde se ejecutará el proyecto)	Estudio de suelos incompletos o mal elaborados*
19	Deficiencia en vías de acceso y escape	Falta de adecuación vial en la localización del proyecto*
20	Deficiente monitoreo y control de trabajos realizados	Poca organización de la administración de la obra*
21	Demora en la adjudicación de permisos.	Realización de estudios y revisión de normativas encaminadas a la legalización del mismo por parte de las entidades competentes
22	Demora en la definición de procedimientos de trabajo	Desacuerdo y desorganización dentro de la dirección del proyecto*
23	Demora en la definición de procedimientos de trabajo.	No se realizaron reuniones para establecer los alcances del proyecto y los procedimientos que se deben utilizar durante el proceso constructivo.

24	Demora en la entrega de diseños que fueron cambiados.	Poco acuerdo entre las partes negociantes una vez que fueron cambiadas las especificaciones.
25	Derrumbes inesperados (suelos inestables).	No se realizaron los trabajos constructivos necesarios a tiempo para el control del suelo
26	Deserción del personal	Inconformidad por los ingresos obtenidos mensualmente.
27	Desmotivación del personal obrero.	Pagos atrasados.
28	Desplomes no controlados.	No hay suficiente cuidado en el control de desplomes
29	Detención de la obra por eventos políticos.	Eventos y congresos para realización de acuerdos internacionales
30	Detención de la obra por paros laborales, eventos o acontecimientos que intervengan directa o indirectamente con el proyecto	Contexto social conflictivo a nivel local y nacional*
31	Detención por problemas de orden publico	Disturbios cerca a la localización del proyecto*
32	Devolución por el incumplimiento en normas y especificaciones de materiales	Selección equivocada de materiales y proveedores*
33	Diferencia en la interpretación de alcances entre Contratante y el Contratista.	No se realizan reuniones para discutir las responsabilidades de cada una de las partes.
34	Diferencias en la interpretación de alcances entre contratante y contratista	No se realizan reuniones para discutir las responsabilidades de cada una de las partes*
35	Dificultad para instalar y operar maquinaria grande	Cercanías con las redes eléctricas*
36	Disponibilidad del equipo en el momento	Retrasos por transporte o mucha demanda de la máquina que se necesita utilizar

37	Documentación de manuales de puesta en marcha, operación y mantenimiento de los equipos (Actualizada)	El personal encargado no realiza seguimientos para mantener el control durante toda la obra
38	Entrega tardía de material ocasionada por la lejanía.	Canteras de extrusión del material están muy retiradas
39	Entrega tardía del programa de trabajo	Realización de la programación ajustando al calendario apretado de trabajo.
40	Entrega tardía del resultado de ensayos y/o resultados no esperados	Logística en la empresa prestadora de servicios de laboratorio y la mala toma de estas muestras.
41	Errores en la programación de obra; se presentan traslapes de actividades.	Método utilizado para determinar la duración de las actividades es inadecuado. No se asumen diversos rangos de estimación.
42	Escasa mano de obra calificada para trabajo en altura	Alta demanda de personal calificado*
43	Especificaciones técnicas poco detalladas.	Ingeniería de detalle mal planificada*
44	Fallas suministro en servicios básicos	Mala instalación de servicios básicos por parte de las empresas públicas correspondientes*
45	Falta de financiamiento del proyecto	Desinterés de los socios para el financiamiento del proyecto*
46	Falta de liderazgo y supervisión	Mala organización por parte de los directivos del proyecto*
37	Falta de proveedores con capacidad para las demandas establecidas.	Empresas poco competentes en el mercado
48	Falta de seguimiento permanente de tareas y actividades	Mal monitoreo de las actividades por parte de los líderes del proyecto*
49	Horas extra no previstas	Presencia de actividades no programadas*
50	Inadecuada planificación y asignación de recursos	Falta de claridad en las necesidades del proyecto*



51	Inadecuada planificación y asignación de tareas y/o responsabilidades del personal profesional a cargo del proyecto.	Poca pericia de la dirección y administración de obra, acosados por el apretado calendario.
52	Inasistencia de responsables y clientes a reuniones y/o comités.	Falta de comunicación o imprevistos
53	Incumplimiento de normas ambientales - disposición de residuos.	No se verifica a tiempo el cumplimiento de las normas ambientales exigidas en cada uno de los contratos de la obra
54	Incumplimiento del Plan Integral de HSE del contratista.	No se establecen cláusulas pertinentes al plan integral de HSE dentro de los contratos de los trabajadores del contratista.
55	Incumplimiento del programa	No existe un control y seguimiento adecuado del cronograma de actividades
56	Incumplimiento en el transporte y horario de inicio de las obras	Zonas de construcción alejadas de las vías de transporte público que no permitan el fácil acceso de los trabajadores. - Horarios flexibles.
57	Incumplimiento en los procedimientos.	No existe una verificación del desarrollo de las actividades de la obra por parte de la interventoría y la coordinación de la obra
58	Insuficiente suministro de materiales: Son los efectos derivados de la inoportuna o insuficiente provisión de materiales, insumos y demás elementos necesarios para la ejecución del contrato.	Inoportuna o insuficiente provisión de materiales, insumos y demás elementos necesarios para la ejecución del contrato.
59	Lentitud en la toma de decisiones.	Dificultad para interpretar planos, y dar soluciones asertivas.
60	Llegada tardía de materiales a la obra, por la movilidad en la ciudad,	Mucha afluencia de vehículos.
61	Lluvias abundantes.	Fenómenos naturales, (depende de la época del año).

62	Los servicios públicos de agua y eléctricos, presentan fallas.	Racionamientos o rompimientos de tuberías por maquinaria pesada.
63	Mano de obra deficiente o de mala calidad	Personal no capacitado*
64	Maquinaria de equipo inadecuado	No se hicieron los estudios de los materiales y equipos que iban a ser utilizados en la obra. No hay la oferta suficiente en el mercado de las maquinarias para abastecer los requerimientos de ciertos equipos, por lo que se entrega uno de rendimiento inferior al solicitado
65	Mareas altas	Condiciones climáticas adversas*
66	No continuar la obra por paros laborales.	No existen formas de comunicación adecuada con los trabajadores por lo tanto hay descontrol interno de la empresa
67	No disponibilidad de materiales por uso de los mismos en otros proyectos que no planificaron sus compras, lo que podría generar retraso en el inicio de la ejecución de las actividades impactando negativamente en los costos presupuestados.	Uso de los mismos materiales en otros proyectos que no planificaron sus compras.
68	No disponibilidad de materias primas necesarias en la ciudad	Alta demanda de materiales de construcción y localización de las canteras de materiales por fuera de la ciudad*
69	No presentación de licitantes	Poco tiempo disponible para la presentación de la propuesta*
70	No se tiene conocimiento de la tecnología de punta.	Poco interés por la realización de actualizaciones pertinentes al mercado actual.

71	No se tienen la paz y salvo de los trabajadores.	La coordinación de obra no realiza los controles pertinentes para mantener en orden la paz y salvo de la obra
72	Operaciones / obras adyacentes	Localización del proyecto en zona de expansión*
73	Oposición y/o rechazo de la comunidad	Objetivos del proyecto no incluyen los objetivos de la comunidad*
74	Plan de gestión de emergencias inadecuado	Deficiencia en los sistemas de gestión de salud ocupacional.
75	Plantea desactualizada (Contratista utiliza planos obsoletos.)	El formato de listado de planos no está de acuerdo con los planos físicos y digitales. Existiendo de esta forma, diversas actualizaciones.
76	Procedimientos de trabajo incorrectos.	No existe una verificación del desarrollo de las actividades de la obra por parte de la interventoría y la coordinación de la obra
77	Procedimientos de trabajo mal definidos o incorrectos	No existe una verificación del desarrollo de las actividades de la obra por parte de la interventoría y la coordinación de la obra*
78	Que las entregas parciales no sean recibidas a satisfacción.	No se hizo el seguimiento adecuado durante todo el proceso constructivo de los resultados parciales de los entregables
79	Que los operadores y la mano de obra no tengan el papel del das	Falta de control en los papeles requeridos para la contratación del personal
80	Realización de obras y trabajos no previstos.	Aparición de nuevas actividades que complementan el desarrollo y el buen funcionamiento de la construcción.
81	Replanteo incompleto	Falta de control en el trazado de los ejes. Falta de coordinación entre el maestro de obra, el residente de obra y los ayudantes

82	Restricción y cierre de vías	Debido a la reglamentación de cada ciudad acerca del transporte.
83	Restricciones de horarios para la realización de actividades constructivas que generan atrasos en los tiempos establecidos previamente	Oposiciones de la comunidad con la obra en construcción por problemas como el ruido y/o reglas.
84	Restricciones de movilización de la maquinaria pesada	Debido a la reglamentación de cada ciudad acerca del transporte.
85	Retraso en el transporte debidos a problemas de orden público.	Debido a problemas de orden público.
86	Retraso en la entrega de informes de los estudios	Mala toma de muestras en el campo*
87	Retrasos en el comienzo de la obra, actividades y entregas del proyecto	Gestión del cronograma y del calendario del proyecto deficiente*
88	Retrasos en entrega de suministros por orden público.	Alteraciones de orden público.
89	Retrasos en pagos de contratos	Gestión de adquisiciones deficientes*
90	Retrasos en resolución de contratos	Desacuerdo entre contratantes y contratistas*
91	Riesgos asociados a las inundaciones que con frecuencia se producen en la zona norte de la ciudad debido al nivel freático, lo cual genera atrasos.	No se tuvieron en cuenta en la implementación de sistemas de bombeos para el control de las aguas.
92	Siniestros (daños en la estructura, retrasos o responsabilidades con terceros)	Mala ejecución de actividades que requieren de cuidado y atención crítica*
93	Suelo inestable	Condiciones climáticas adversas*
94	Trabajos vueltos a hacer por orden de la interventoría.	No cumplen con los parámetros referenciados en el check list.
95	Trafico abundante de vehículos y peatones (turistas).	Zona turística. Tiene mucha acogida de personas y autos

96	Uso de suelos inapropiados que no cumplen con las especificaciones.	No se hacen revisiones del plan de ordenamiento territorial para informarse acerca de la zona en la que se desea construir.- Omisión de las normas con respecto a la regulación de los usos del suelo.
97	Uso del suelo inapropiado; no cumple con las especificaciones técnicas.	Falta de seguimiento a la actividad realizada.
98	Utilización de reglamentaciones o documentación obsoletas, no actualizadas.	Lideres de obra no capacitados en la normativa vigente*
99	Verificación y omisión de los aspectos legales y normativos.	Falta de asesoría legal dentro de la empresa que se encargue de tener en orden todos los aspectos normativos de los contratos y del proyecto.

Fuente: Autores (\*):Causas determinadas por los autores.

Tabla 2: Riesgos presentes en proyectos no residenciales.

	<b>RIESGO</b>	<b>CAUSA</b>
1	Atraso en la autorización y expedición de los permisos	Gestión de permisos tardía*
2	Baja disponibilidad del equipo en el momento	Alta demanda de equipo de construcción*
3	Baja disponibilidad y accesibilidad de materiales	Alta demanda de materiales de construcción*
4	Baja motivación de los trabajadores	Mal ambiente de trabajo*
5	Baja productividad de maquinaria	Operación errónea de la maquinaria*
6	Bajo rendimiento del personal	Personal no capacitado *
7	Cambios en la constructibilidad del proyecto	Deficiencia en la definición inicial de las especificaciones del proyecto

8	Cambios en los reglamentos de construcción e impuestos	Actualización en la legislación permisiva*
9	Cambios tecnológicos requeridos por reglamentaciones técnicas de este tipo de construcción	Generación de avances tecnológicos a nivel internacional, en búsqueda de optimizar procesos de producción
10	Cerramiento inadecuado de la zona a intervenir.	Realizar los cerramientos con los materiales no adecuados y en lugares no autorizados.
11	Crédito No aprobado para la realización del proyecto	Resultado negativo en el estudio de crédito
12	Defectos de diseño	Falta de personal experto en diseño*
13	Deficiencia en vías de acceso y escape	Falta de adecuación vial en la localización del proyecto*
14	Demora en la definición de procedimientos para la realización de las actividades.	Falta de control sobre los diseñadores del proyecto.
15	Demoras en la aprobación de documentación para el desarrollo del proyecto	Fallas en la selección del personal
16	Demoras en la distribución de la información	Uso de herramientas de comunicación poco efectivas
17	Demoras en la entrega del proyecto a operaciones, por no realización de acuerdos previos de los requisitos de entrega	No identificación de los requisitos del cliente
18	Desarrollo deficiente de la programación	No se cuenta con personal experto
19	Detención por problemas de orden publico	Disturbios cerca a la localización del proyecto*
20	Devolución de entregables	Incumplimiento de normas y especificaciones de materiales*
21	Dificultad para la aprobación de las zonas de trabajo.	Falta de lugares para el trasteo de los locales y oficinas a intervenir.

22	Dificultad para operar maquinaria pesada dentro de las zonas de trabajo.	Poco espacio dentro del área a intervenir y no existir un acceso para la maquinaria pesada a la zona de trabajo.
23	Elaboración de una programación incorrecta	No se cuenta con personal experto
24	Entrega o suministro tardío del material	Selección equivocada de materiales y proveedores*
25	Entrega tardía del programa de trabajo	Diseño del programa de trabajo demorado*
26	Especificaciones incompletas y/o poco detalladas	Ingeniería de detalle mal planificada
27	Estudios incompletos	Análisis previo mal efectuado*
28	Eventos políticos de fuerza mayor (Elecciones, consultas populares, etc.)	Calendario político nacional*
29	Exceso de procedimientos de aprobación de los departamentos administrativos.	No claridad de los procedimientos de aprobación de la empresa.
30	Falta de definición específica de los requisitos del proyecto	No se cuenta con las especificaciones técnicas estructuradas
31	Falta de liderazgo y supervisión	Líderes de obra ineficientes*
32	Falta de recursos para presentar la documentación	No se tuvo en cuenta dentro del presupuesto para la presentación de la documentación
33	Inadecuada planificación	Gestión del proyecto deficiente por parte de los organizadores*
34	Incendio	Falta de capacitación contra incendios*
35	Incumplimiento del cronograma.	Falta de supervisión sobre las actividades del cronograma.
36	Incumplimiento del proceso de selección de personal	Desconocimiento de los procesos de la empresa
37	Incumplimiento en el horario de la obra.	No contar con un personal responsable con su labor.

38	Inicio tardío de la ejecución del proyecto	Falta de cronograma de trabajo*
39	Inicio tardío del proyecto, por indefinición de la asignación presupuestal	No se identifican otras fuentes de obtención de presupuesto
40	La tecnología a utilizar no es bien conocida por el equipo del proyecto	No se cuenta con el personal capacitado en la tecnología requerida por el proyecto
41	Lentitud en la toma de decisiones.	Mala organización por parte de los directivos del proyecto*
42	Lluvias abundantes	Periodo de invierno tropical*
43	Los requerimientos técnicos son nuevos y complejos	La complejidad del proyecto requiere el cumplimiento de requisitos técnicos especiales
44	Mal figurado del acero	Personal no capacitado *
45	Mano de obra deficiente o de mala calidad	Personal no capacitado *
46	Mano de obra insuficiente.	Mala ejecución del análisis del personal necesario para la realización de las actividades del cronograma.
47	Material defectuoso	Selección equivocada de materiales y proveedores*
48	Materialización de riesgos que no se tuvieron en cuenta en la gestión de riesgos	No se cuenta con personal experto en el tema riesgos
49	Mecanismos inapropiados para el control de la ejecución de la programación	No se cuenta con personal experto
50	Modificaciones en las especificaciones técnicas del proyecto	Deficiencia en la definición inicial de las especificaciones del proyecto
51	Monitoreo y control deficiente	Personal supervisor no calificado*
52	Negación de la licencia ambiental	Incumplimiento de los requisitos ambientales requeridos para el proyecto
53	No continuar la obra por paros laborales.	No realizar los pagos de los obreros a tiempo.



54	No disponibilidad de materiales por uso de los mismos en otros proyectos que no planificaron sus compras	Alta demanda de materiales de construcción*
55	No hay insumos por festividades.	Falta de planificación en la compra de los insumos.
56	No realización de capacitaciones al personal	No se cuenta con un responsable para la coordinación y verificación del cumplimiento de las capacitaciones
57	No se conocen todos los requerimientos del proyecto	No se definen los requisitos del proyecto con las partes interesadas.
58	No se cuenta con el acta de constitución del proyecto	Falta de definición de las especificaciones y requisitos del proyecto por las partes interesadas
59	No se cuenta con suficiente personal capacitado requerido por el proyecto	Bajos índices de educación en este tipo de trabajos
60	No se cuenta con suficiente personal contratista capacitado	No existe suficientes contratistas capacitados para realizar el trabajo
61	No se gestionan las adquisiciones	No se cuenta con el personal designado para esta actividad
62	No se presentó un plan de riesgos para las adquisiciones	No se cuenta con personal experto en el tema riesgos
63	Operaciones / obras adyacentes	Ubicación del proyecto en zona de crecimiento*
64	Oposición y/o rechazo de la comunidad	Objetivos del proyecto no incluyen los objetivos de la comunidad*
65	Perdida de personal clave	Mala gestión del recurso humano*
66	Plan de riesgos poco confiable	No se cuenta con personal experto en el tema riesgos

67	Planos incompletos.	No existe claridad de las características de la edificación a intervenir.
68	Procedimientos de trabajo mal definidos o incorrectos	Lideres de obra no capacitados*
69	Realización de trabajos sin autorización	Fallas en la comunicación de la cadena de mando en la obra*
70	Replanteo desfasado	Topografía ineficiente*
71	Restricción en los horarios para la realización de actividades.	Ejecución del proyecto sin para las actividades de la edificación comercial o institucional.
72	Restricciones de movilidad para la maquinaria pesada por falta de permisos de tránsito.	No hacer los permisos de tránsito con anticipación.
73	Restricciones y cierre de vías.	Problemas de orden público, eventos importantes en la ciudad.
74	Retraso en pago de bonos de concreto	Gestión de adquisiciones deficiente*
75	Retraso por cartera de llegada de insumos y maquinaria.	Falta de liquidez de la empresa.
76	Retrasos en el comienzo de la obra, actividades y entregas del proyecto	Gestión del cronograma y del calendario del proyecto deficiente*
77	Retrasos en la entrega de insumos.	Lejanía del proveedor con respecto a la localización del proyecto*
78	Retrasos en pagos de contratos	Gestión de adquisiciones deficiente*
79	Siniestros (daños en la estructura, retrasos o responsabilidades con terceros)	Mala ejecución de actividades que requieren de cuidado y atención crítica*
80	Suspensión de los contratistas por no cumplimiento de lo pactado.	Incumplimiento de las contratitas con el tiempo acordado para la realización de las actividades.
81	Toma de datos insuficientes.	No se realizaron estudios suficientes a la edificación a intervenir.

82	Tráfico en la zona (personas, vehículos, animales, otros)	Ubicación del proyecto en zona principal de la ciudad*
83	Uso de reglamentaciones o documentación obsoletas, no actualizadas.	Actualización en la legislación permisiva*
84	Valoración de riesgos poco efectiva	No se cuenta con personal experto

*Fuente: Autores (\*):Causas determinadas por los autores.*

Las tablas presentadas anteriormente son fundamentales para el desarrollo de la gestión de riesgos, debido a que permiten observar situaciones generadoras de problemas, para luego poder desarrollar planes de prevención y contingencia. Son útiles no solo para identificar amenazas a los objetivos del proyecto (Cronograma, Presupuesto, etc.), sino también para identificar oportunidades que se puedan materializar en beneficios para el mismo. Es importante realizar una evaluación de riesgos de las incertidumbres durante la construcción de los proyectos de infraestructuras debido a la naturaleza peculiar de su construcción (Nabawy & Khodeir, 2021), además de esto, que la actividad de identificar los riesgos es repetitiva y aplicable a cada una de las fases a lo largo del desarrollo del proyecto (Florez Ortega, 2010). Después de identificar los riesgos que influyen en el cronograma es necesario jerarquizarlos según el nivel de impacto que tienen sobre este, tal como lo describiremos en el siguiente capítulo.

### **3. JERARQUIZACION DE LOS RIESGOS SEGÚN SU AFECTACION EN EL CRONOGRAMA**

El análisis cualitativo emplea palabras o escalas para describir la magnitud de las consecuencias potenciales y la posibilidad de que estas consecuencias ocurran (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), 2004), así como la calidad y la credibilidad del análisis de riesgos requieren que se definan distintos niveles de probabilidad e impacto de los riesgos, específicos para el contexto del proyecto (Project Management Institute, 2013).

Un proyecto se considera exitoso cuando se termina a tiempo, dentro del presupuesto, se adhiere a los estándares de calidad y cumple con todos los requisitos técnicos. Las principales barreras para lograr esto son los riesgos e incertidumbres involucrados en el entorno del proyecto (Basak et al., 2021). El nivel de incertidumbre juega un papel importante en todos los indicadores de desempeño, como lo son la probabilidad de finalizar el proyecto a tiempo y la duración real del proyecto. Más precisamente, la probabilidad de finalizar el proyecto a tiempo disminuye a medida que aumenta la incertidumbre. (Lei Xiao).

Estas dos características se relacionan dentro de la matriz de probabilidad e impacto, la cual es una cuadrícula en donde se vincula la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo con su impacto sobre los distintos objetivos del proyecto en caso de que este se materialice. Para determinar adecuadamente el éxito del proyecto, algún conjunto de criterios o principios son esenciales para actuar como estándares que guían o regulan el éxito del proyecto (Unegbu et al., 2020). Los riesgos son priorizados según las implicaciones potenciales de tener un efecto sobre los objetivos del proyecto (Project Management Institute, 2013).

Ilustración 1: Matriz de probabilidad e impacto

		Amenazas					Oportunidades						
		Muy Baja	Baja	Moderado	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Alta	Moderado	Baja	Muy Baja		
Probabilidad	Muy Alta	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72	0,72	0,36	0,18	0,09	0,05	Muy Alta	Probabilidad
	Alta	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56	0,56	0,28	0,14	0,07	0,04	Alta	
	Mediana	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40	0,40	0,20	0,10	0,05	0,03	Mediana	
	Baja	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24	0,24	0,12	0,06	0,03	0,02	Baja	
	Muy Baja	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01	Muy Baja	
		Muy Baja	Baja	Moderado	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Alta	Moderado	Baja	Muy Baja		
		Impacto Negativo					Impacto Positivo						

Fuente: PMI, adaptada por los autores.

La clasificación que se le da a los riesgos después de calificar el efecto de éstos sobre el cronograma es definida también de acuerdo al impacto (MOLINARES JIMÉNEZ & PEREZ VELOSA, 2012). Para lograr lo mencionado anteriormente es necesario realizar una estimación precisa del impacto de los riesgos sobre los objetivos del proyecto, para esto el PMI sugiere una escala cualitativa en donde a través del impacto que tiene el riesgo sobre los objetivos del proyecto, se determina el valor numérico que debe registrarse dentro de la matriz de probabilidad e impacto, tal como se muestra a continuación.

Ilustración 2: Escala de impacto de un riesgo sobre los principales objetivos del proyecto.

<b>Condiciones Definidas para las Escalas de Impacto de un Riesgo sobre los Principales Objetivos del Proyecto</b> (Sólo se muestran ejemplos para impactos negativos)					
<b>Objetivo del Proyecto</b>	Se muestran escalas relativas o numéricas				
	Muy bajo /0,05	Bajo /0,10	Moderado /0,20	Alto /0,40	Muy alto /0,80
<b>Costo</b>	Aumento del costo insignificante	Aumento del costo < 10%	Aumento del costo del 10 - 20%	Aumento del costo del 20 - 40%	Aumento del costo > 40%
<b>Tiempo</b>	Aumento del tiempo insignificante	Aumento del tiempo < 5%	Aumento del tiempo del 5 - 10%	Aumento del tiempo del 10 - 20%	Aumento del tiempo > 20%
<b>Alcance</b>	Disminución del alcance apenas perceptible	Áreas secundarias del alcance afectadas	Áreas principales del alcance afectadas	Reducción del alcance inaceptable para el patrocinador	El elemento final del proyecto es efectivamente inservible
<b>Calidad</b>	Degradación de la calidad apenas perceptible	Sólo se ven afectadas las aplicaciones muy exigentes	La reducción de la calidad requiere la aprobación del patrocinador	Reducción de la calidad inaceptable para el patrocinador	El elemento final del proyecto es efectivamente inservible

Esta tabla muestra ejemplos de definiciones del impacto de los riesgos para cuatro objetivos diferentes del proyecto. Deben adaptarse al proyecto individual y a los umbrales de riesgo de la organización durante el proceso de Planificación de la Gestión de los Riesgos. De forma similar, pueden desarrollarse definiciones del impacto para las oportunidades.

Fuente: PMI

En la ilustración 2 se puede apreciar en qué nivel es afectado el cronograma por parte de cada riesgo, catalogando los niveles de impacto como “Muy bajo”, “Bajo”, “Moderado”, ”Alto” y “Muy alto” a medida que el impacto del riesgo sobre los objetivos es mayor. Específicamente sobre el cronograma, estos niveles tienen como impacto un aumento insignificante, menor al 5%, entre 5% y 10%, entre 10% y 20%, y mayor al 20% respectivamente, estos retrasos en las obras de construcción podrían, de muchas formas, afectar a todos los interesados, como el propietario, el gobierno, las empresas, los trabajadores y los usuarios (Paz et al., 2018).

Por su parte, la normativa ISO establece que el análisis del riesgo consta de la consideración de las causas y las fuentes de riesgo, además de las consecuencias positivas y negativas en las que puede resultar, y la probabilidad de que dichas consecuencias ocurran (NTC-ISO 31000, 2011). Puesto que la normativa ISO no describe precisamente un procedimiento con el cual determinar el impacto de los riesgos sobre los objetivos del proyecto, procederemos a usar la metodología propuesta por la normativa PMI, debido a que este cumple con los lineamientos requeridos por la normativa ISO, descritos específicamente en la norma ISO 31000.

Las categorías de riesgo respaldan una estructura de desglose eficiente para organizar cualquier factor de riesgo de construcción identificado (Nabawy & Khodeir, 2021). Para efectos de la presente investigación se identificaron dentro de los estudios analizados, riesgos de categoría Bajo,

Moderado y Alto. A continuación, se presentan las categorías asignadas a cada uno de los riesgos que afectan el cronograma de proyectos residenciales y no residenciales, organizados según la importancia que tiene su categoría dentro de la gestión de riesgos, es decir, Alto, Moderado y Bajo respectivamente.

*Tabla 3: Impacto de los riesgos sobre el cronograma de proyectos residenciales.*

<b>ITEMS</b>	<b>RIESGO</b>	<b>CATEGORIA</b>
1	Calidad del trabajo defectuosa; no aceptada por parte de la interventora.	<b>ALTO</b>
2	Cambios de diseño.	<b>ALTO</b>
3	Demora en la definición de procedimientos de trabajo.	<b>ALTO</b>
4	Devolución por el incumplimiento en normas y especificaciones de materiales	<b>ALTO</b>
5	Diferencia en la interpretación de alcances entre Contratante y el Contratista.	<b>ALTO</b>
6	Falta de proveedores con capacidad para las demandas establecidas.	<b>ALTO</b>
7	No continuar la obra por paros laborales.	<b>ALTO</b>
8	Planoteca desactualizada (Contratista utiliza planos obsoletos.)	<b>ALTO</b>
9	Procedimientos de trabajo incorrectos.	<b>ALTO</b>
10	Que las entregas parciales no sean recibidas a satisfacción.	<b>ALTO</b>
11	Restricciones de movilización de la maquinaria pesada	<b>ALTO</b>
12	Uso de suelos inapropiados que no cumplen con las especificaciones.	<b>ALTO</b>
13	Uso del suelo inapropiado; no cumple con las especificaciones técnicas.	<b>ALTO</b>
14	Atraso en la iniciación de las obras.	<b>MODERADO</b>
15	Baja disponibilidad de mano de obra en el momento que se requiera (oportunidad)	<b>MODERADO</b>
16	Baja disponibilidad del equipo en el momento	<b>MODERADO</b>
17	Bajo rendimiento del personal operativo a cargo.	<b>MODERADO</b>
18	Cambios en el modelo y método constructivo.	<b>MODERADO</b>
19	Cantidades adicionales	<b>MODERADO</b>
20	Carencia de equipo y material idóneo para las pruebas.	<b>MODERADO</b>
21	Carencia de metas claras para el cumplimiento de requerimientos de HSE.	<b>MODERADO</b>
22	Condiciones del terreno distintas a las descritas (donde se ejecutará el proyecto)	<b>MODERADO</b>
23	Deficiencia en vías de acceso y escape	<b>MODERADO</b>
24	Demora en la adjudicación de permisos.	<b>MODERADO</b>
25	Derrumbes inesperados (suelos inestables).	<b>MODERADO</b>
26	Detención de la obra por paros laborales, eventos o acontecimientos que intervengan directa o indirectamente con el proyecto	<b>MODERADO</b>
27	Detención por problemas de orden publico	<b>MODERADO</b>

28	Diferencias en la interpretación de alcances entre contratante y contratista	<b>MODERADO</b>
29	Dificultad para instalar y operar maquinaria grande	<b>MODERADO</b>
30	Disponibilidad del equipo en el momento	<b>MODERADO</b>
31	Documentación de manuales de puesta en marcha, operación y mantenimiento de los equipos (Actualizada)	<b>MODERADO</b>
32	Entrega tardía del programa de trabajo	<b>MODERADO</b>
33	Entrega tardía del resultado de ensayos y/o resultados no esperados	<b>MODERADO</b>
34	Errores en la programación de obra; se presentan traslapes de actividades.	<b>MODERADO</b>
35	Escasa mano de obra calificada para trabajo en altura	<b>MODERADO</b>
36	Especificaciones técnicas poco detalladas.	<b>MODERADO</b>
37	Fallas suministro en servicios básicos	<b>MODERADO</b>
38	Falta de liderazgo y supervisión	<b>MODERADO</b>
39	Inadecuada planificación y asignación de tareas y/o responsabilidades del personal profesional a cargo del proyecto.	<b>MODERADO</b>
40	Incumplimiento de normas ambientales - disposición de residuos.	<b>MODERADO</b>
41	Incumplimiento del Plan Integral de HSE del contratista.	<b>MODERADO</b>
42	Incumplimiento del programa	<b>MODERADO</b>
43	Incumplimiento en el transporte y horario de inicio de las obras	<b>MODERADO</b>
44	Incumplimiento en los procedimientos.	<b>MODERADO</b>
45	Insuficiente suministro de materiales: Son los efectos derivados de la inoportuna o insuficiente provisión de materiales, insumos y demás elementos necesarios para la ejecución del contrato.	<b>MODERADO</b>
46	Lentitud en la toma de decisiones.	<b>MODERADO</b>
47	Llegada tardía de materiales a la obra, por la movilidad en la ciudad,	<b>MODERADO</b>
48	Lluvias abundantes.	<b>MODERADO</b>
49	Los servicios públicos de agua y eléctricos, presentan fallas.	<b>MODERADO</b>
50	Maquinaria de equipo inadecuado	<b>MODERADO</b>
51	No disponibilidad de materiales por uso de los mismos en otros proyectos que no planificaron sus compras, lo que podría generar retraso en el inicio de la ejecución de las actividades impactando negativamente en los costos presupuestados.	<b>MODERADO</b>
52	No presentación de licitantes	<b>MODERADO</b>
53	No se tiene conocimiento de la tecnología de punta.	<b>MODERADO</b>
54	No se tienen la paz y salvo de los trabajadores.	<b>MODERADO</b>
55	Operaciones / obras adyacentes	<b>MODERADO</b>
56	Oposición y/o rechazo de la comunidad	<b>MODERADO</b>
57	Que los operadores y la mano de obra no tengan el papel del das	<b>MODERADO</b>
58	Realización de obras y trabajos no previstos.	<b>MODERADO</b>
59	Replanteo incompleto	<b>MODERADO</b>
60	Restricción y cierre de vías	<b>MODERADO</b>
61	Restricciones de horarios para la realización de actividades constructivas que generan atrasos en los tiempos establecidos previamente	<b>MODERADO</b>



62	Retraso en el transporte debidos a problemas de orden público.	<b>MODERADO</b>
63	Retrasos en el comienzo de la obra, actividades y entregas del proyecto	<b>MODERADO</b>
64	Retrasos en entrega de suministros por orden público.	<b>MODERADO</b>
65	Retrasos en pagos de contratos	<b>MODERADO</b>
66	Retrasos en resolución de contratos	<b>MODERADO</b>
67	Riesgos asociados a las inundaciones que con frecuencia se producen en la zona norte de la ciudad debido al nivel freático, lo cual genera atrasos.	<b>MODERADO</b>
68	Trafico abundante de vehículos y peatones (turistas).	<b>MODERADO</b>
69	Utilización de reglamentaciones o documentación obsoletas, no actualizadas.	<b>MODERADO</b>
70	Verificación y omisión de los aspectos legales y normativos.	<b>MODERADO</b>
71	Acceso a la obra deficiente.	<b>BAJO</b>
72	Apretado calendario del proyecto	<b>BAJO</b>
73	Atraso en la autorización y expedición de los permisos	<b>BAJO</b>
74	Ausencia de rutas de transporte público en la zona de trabajo.	<b>BAJO</b>
75	Baja productividad de los equipos.	<b>BAJO</b>
76	Bajo rendimiento del personal	<b>BAJO</b>
77	Cambios en los reglamentos de construcción e impuestos	<b>BAJO</b>
78	Deficiente monitoreo y control de trabajos realizados	<b>BAJO</b>
79	Demora en la definición de procedimientos de trabajo	<b>BAJO</b>
80	Demora en la entrega de diseños que fueron cambiados.	<b>BAJO</b>
81	Deserción del personal	<b>BAJO</b>
82	Desmotivación del personal obrero.	<b>BAJO</b>
83	Desplomes no controlados.	<b>BAJO</b>
84	Detención de la obra por eventos políticos.	<b>BAJO</b>
85	Entrega tardía de material ocasionada por la lejanía.	<b>BAJO</b>
86	Falta de financiamiento del proyecto	<b>BAJO</b>
87	Falta de seguimiento permanente de tareas y actividades	<b>BAJO</b>
88	Horas extra no previstas	<b>BAJO</b>
89	Inadecuada planificación y asignación de recursos	<b>BAJO</b>
90	Inasistencia de responsables y clientes a reuniones y/o comités.	<b>BAJO</b>
91	Mano de obra deficiente o de mala calidad	<b>BAJO</b>
92	Mareas altas	<b>BAJO</b>
93	No disponibilidad de materias primas necesarias en la ciudad	<b>BAJO</b>
94	Plan de gestión de emergencias inadecuado	<b>BAJO</b>
95	Procedimientos de trabajo mal definidos o incorrectos	<b>BAJO</b>
96	Retraso en la entrega de informes de los estudios	<b>BAJO</b>
97	Siniestros (daños en la estructura, retrasos o responsabilidades con terceros)	<b>BAJO</b>
98	Suelo inestable	<b>BAJO</b>
99	Trabajos vueltos a hacer por orden de la interventoría.	<b>BAJO</b>

*Fuente: Autores*

Tabla 4: Impacto de los riesgos sobre el cronograma de proyectos no residenciales.

<b>ITEMS</b>	<b>RIESGO</b>	<b>CATEGORIA</b>
1	Cambios en la constructibilidad del proyecto	<b>ALTO</b>
2	Cambios tecnológicos requeridos por reglamentaciones técnicas de este tipo de construcción	<b>ALTO</b>
3	Defectos de diseño	<b>ALTO</b>
4	Demoras en la aprobación de documentación para el desarrollo del proyecto	<b>ALTO</b>
5	Demoras en la distribución de la información	<b>ALTO</b>
6	Dificultad para la aprobación de las zonas de trabajo.	<b>ALTO</b>
7	Dificultad para operar maquinaria pesada dentro de las zonas de trabajo.	<b>ALTO</b>
8	Elaboración de una programación incorrecta	<b>ALTO</b>
9	Exceso de procedimientos de aprobación de los departamentos administrativos.	<b>ALTO</b>
10	Falta de definición específica de los requisitos del proyecto	<b>ALTO</b>
11	Incumplimiento del cronograma.	<b>ALTO</b>
12	Mano de obra insuficiente.	<b>ALTO</b>
13	Mecanismos inapropiados para el control de la ejecución de la programación	<b>ALTO</b>
14	Modificaciones en las especificaciones técnicas del proyecto	<b>ALTO</b>
15	Negación de la licencia ambiental	<b>ALTO</b>
16	No se cuenta con el acta de constitución del proyecto	<b>ALTO</b>
17	No se cuenta con suficiente personal contratista capacitado	<b>ALTO</b>
18	No se presentó un plan de riesgos para las adquisiciones	<b>ALTO</b>
19	Plan de riesgos poco confiable	<b>ALTO</b>
20	Restricción en los horarios para la realización de actividades.	<b>ALTO</b>
21	Retraso en pago de bonos de concreto	<b>ALTO</b>
22	Suspensión de los contratistas por no cumplimiento de lo pactado.	<b>ALTO</b>
23	Valoración de riesgos poco efectiva	<b>ALTO</b>
24	baja disponibilidad del equipo en el momento	<b>MODERADO</b>
25	Baja productividad de maquinaria	<b>MODERADO</b>
26	Bajo rendimiento del personal	<b>MODERADO</b>
27	Cerramiento inadecuado de la zona a intervenir.	<b>MODERADO</b>
28	Crédito No aprobado para la realización del proyecto	<b>MODERADO</b>
29	Demora en la definición de procedimientos para la realización de las actividades.	<b>MODERADO</b>
30	Demoras en la entrega del proyecto a operaciones, por no realización de acuerdos previos de los requisitos de entrega	<b>MODERADO</b>
31	Desarrollo deficiente de la programación	<b>MODERADO</b>
32	Devolución de entregables	<b>MODERADO</b>
33	Entrega tardía del programa de trabajo	<b>MODERADO</b>
34	Especificaciones incompletas y/o poco detalladas	<b>MODERADO</b>

35	Falta de recursos para presentar la documentación	<b>MODERADO</b>
36	Incumplimiento en el horario de la obra.	<b>MODERADO</b>
37	Inicio tardío del proyecto, por indefinición de la asignación presupuestal	<b>MODERADO</b>
38	Lluvias abundantes	<b>MODERADO</b>
39	Mal figurado del acero	<b>MODERADO</b>
40	Materialización de riesgos que no se tuvieron en cuenta en la gestión de riesgos	<b>MODERADO</b>
41	No continuar la obra por paros laborales.	<b>MODERADO</b>
42	No hay insumos por festividades.	<b>MODERADO</b>
43	No se conocen todos los requerimientos del proyecto	<b>MODERADO</b>
44	No se cuenta con suficiente personal capacitado requerido por el proyecto	<b>MODERADO</b>
45	No se gestionan las adquisiciones	<b>MODERADO</b>
46	Planos incompletos.	<b>MODERADO</b>
47	Replanteo desfasado	<b>MODERADO</b>
48	Restricciones de movilidad para la maquinaria pesada por falta de permisos de tránsito.	<b>MODERADO</b>
49	Restricciones y cierre de vías.	<b>MODERADO</b>
50	Retraso por cartera de llegada de insumos y maquinaria.	<b>MODERADO</b>
51	Retrasos en el comienzo de la obra, actividades y entregas del proyecto	<b>MODERADO</b>
52	Siniestros (daños en la estructura, retrasos o responsabilidades con terceros)	<b>MODERADO</b>
53	Toma de datos insuficientes.	<b>MODERADO</b>
54	Tráfico en la zona (personas, vehículos, animales, otros)	<b>MODERADO</b>
55	Uso de reglamentaciones o documentación obsoletas, no actualizadas.	<b>MODERADO</b>
56	Atraso en la autorización y expedición de los permisos	<b>BAJO</b>
57	Baja disponibilidad y accesibilidad de materiales	<b>BAJO</b>
58	Baja motivación de los trabajadores	<b>BAJO</b>
59	Cambios en los reglamentos de construcción e impuestos	<b>BAJO</b>
60	Deficiencia en vías de acceso y escape	<b>BAJO</b>
61	Detención por problemas de orden publico	<b>BAJO</b>
62	Entrega o suministro tardío del material	<b>BAJO</b>
63	Estudios incompletos	<b>BAJO</b>
64	Eventos políticos de fuerza mayor (Elecciones, consultas populares, etc.)	<b>BAJO</b>
65	Falta de liderazgo y supervisión	<b>BAJO</b>
66	Inadecuada planificación	<b>BAJO</b>
67	Incendio	<b>BAJO</b>
68	Incumplimiento del proceso de selección de personal	<b>BAJO</b>
69	Inicio tardío de la ejecución del proyecto	<b>BAJO</b>
70	La tecnología a utilizar no es bien conocida por el equipo del proyecto	<b>BAJO</b>

<b>71</b>	Lentitud en la toma de decisiones.	<b>BAJO</b>
<b>72</b>	Los requerimientos técnicos son nuevos y complejos	<b>BAJO</b>
<b>73</b>	Mano de obra deficiente o de mala calidad	<b>BAJO</b>
<b>74</b>	Material defectuoso	<b>BAJO</b>
<b>75</b>	Monitoreo y control deficiente	<b>BAJO</b>
<b>76</b>	No disponibilidad de materiales por uso de los mismos en otros proyectos que no planificaron sus compras	<b>BAJO</b>
<b>77</b>	No realización de capacitaciones al personal	<b>BAJO</b>
<b>78</b>	Operaciones / obras adyacentes	<b>BAJO</b>
<b>79</b>	Oposición y/o rechazo de la comunidad	<b>BAJO</b>
<b>80</b>	Perdida de personal clave	<b>BAJO</b>
<b>81</b>	Procedimientos de trabajo mal definidos o incorrectos	<b>BAJO</b>
<b>82</b>	Realización de trabajos sin autorización	<b>BAJO</b>
<b>83</b>	Retrasos en la entrega de insumos.	<b>BAJO</b>
<b>84</b>	Retrasos en pagos de contratos	<b>BAJO</b>

*Fuente: Autores*

En las tablas 3 y 4 podemos observar la jerarquización de los riesgos según su categoría, los integrantes del conjunto de riesgos de categoría Alta tienen en común la capacidad de detener la actividad o las actividades a la que están relacionadas, o en el peor de los casos al proyecto entero si se materializan, esto supone no una disminución en el ritmo y velocidad de trabajo, sino una detención completa de los procedimientos de manera temporal.

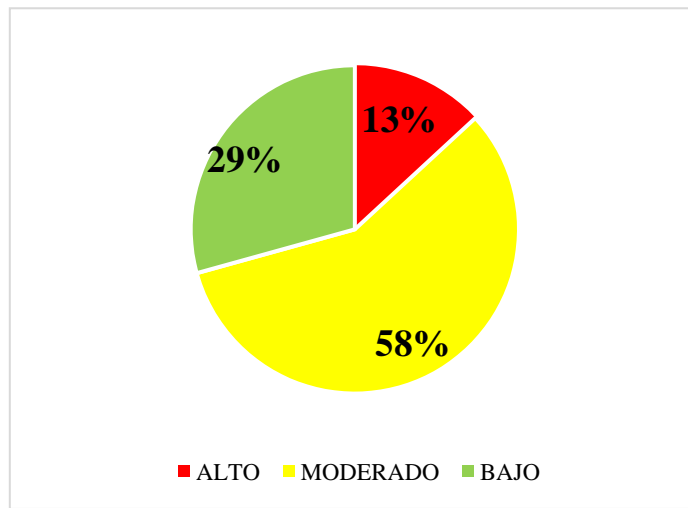
Los riesgos pertenecientes a un nivel de impacto moderado dentro de los proyectos de construcción tienen a su vez como naturaleza común, la manera en la que alargan la duración de las actividades y por ende el proyecto, la materialización de estos riesgos supone para el cronograma del proyecto una elongación de la duración total debido a la disminución en la velocidad con la que se realizan los procedimientos propios de cada actividad, además de esto, algunos riesgos suponen la aparición de nuevas actividades, independientes de la cual nace este, alargando así el cronograma del proyecto.

#### **4. INFLUENCIA DE LOS RIESGOS EN LA VARIACIÓN DEL TIEMPO DE LOS CRONOGRAMAS DE LOS PROYECTOS.**

Los proyectos de construcción se planifican en un entorno complejo y dinámico caracterizado por altos riesgos e incertidumbres en medio de limitaciones de recursos (Isah & Kim, 2021). Para poder identificar la influencia de los riesgos sobre el cambio del tiempo en el cronograma de los proyectos de construcción, nos referimos a investigaciones enfocadas en la identificación de riesgos en distintos tipos de proyectos de construcción, en las cuales seleccionamos aquellos riesgos que afectan directamente al cronograma de trabajo según el proceso de gerenciamiento al que pertenecen, en este caso al cronograma (Huidobro et al., 2009a). Además de esto, determinamos las causas que dan origen a los mismos.

Agrupamos las investigaciones procesadas según si el proyecto objetivo del análisis cualitativo de riesgos es residencial o no residencial. Esto nos permite identificar la forma en la que los riesgos trabajan en conjunto y se modifican entre sí haciendo que el proceso de gestión de riesgos sea más complejo y laborioso. (Basak et al., 2021) y su equipo de trabajo hablan de esto cuando afirman que la identificación y cuantificación de riesgos de forma independiente, para revelar su influencia en el retraso del proyecto, no proporciona ninguna explicación significativa sobre la interacción de los riesgos, o cómo interactúan en el entorno del proyecto o retrasan un proyecto. Así mismo al producir una identificación específica del área de las causas y factores sin comprender la influencia colectiva en el desempeño del cronograma en términos cualitativos, tales investigaciones no proporcionan un argumento muy convincente para prevenir el retraso.

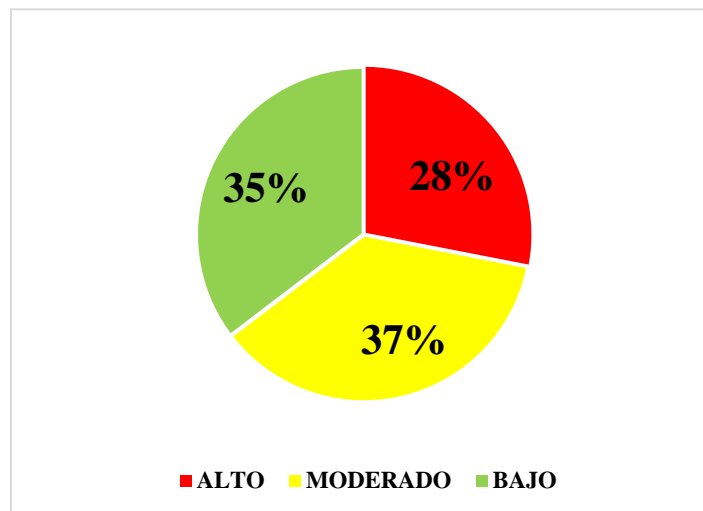
Con el objetivo de poder visualizar mejor la distribución de los riesgos que afectan al cronograma dentro de las categorías planteadas por el PMI: Bajo, Moderado y Alto, se presenta un modelo grafico en donde se indica el porcentaje de riesgos que pertenecen a cada una de estas categorías.



Gráfica 1: Categorización de los riesgos que afectan al cronograma de proyectos residenciales.

Fuente: Autores

En la gráfica 1 se puede observar que los riesgos que afectan al cronograma de proyectos residenciales se distribuyen de la siguiente manera: los riesgos con afectación moderada son mayoría con el 58% del total, seguido de los riesgos con afectación baja, los cuales son el 29%, mientras que los riesgos con una alta afectación sobre el cronograma de los proyectos residenciales son solo el 13% del total de estos. Una característica notable dentro del diagrama de pastel es la importancia que toman los riesgos altos y moderados dentro del conjunto, formando un 71% del total de los riesgos, por lo cual este mismo porcentaje de riesgos son los que afectan al cronograma de dichos proyectos retrasándolos en una medida del 5% al 20% de la duración total del cronograma, según las medidas de impacto según la metodología PMI, evidenciadas en la ilustración 2.



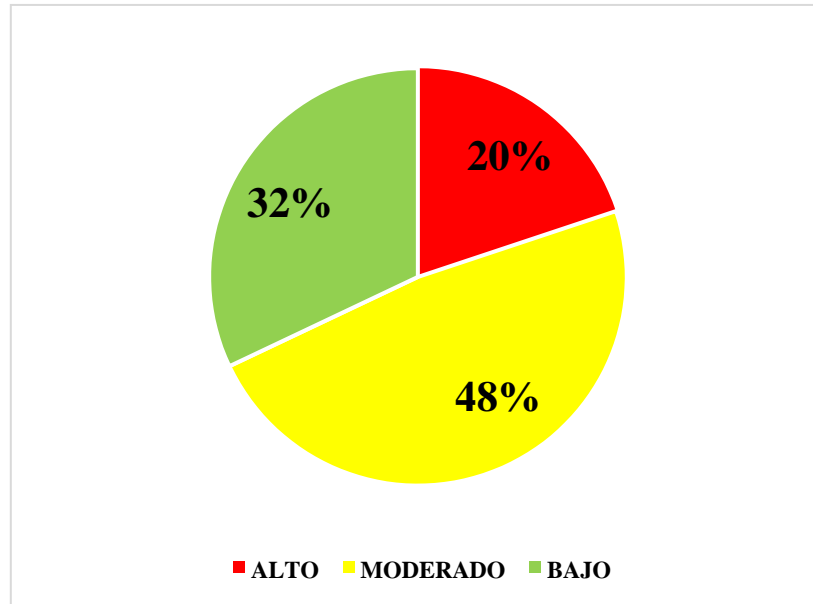
Gráfica 2: Categorización de los riesgos que afectan al cronograma de proyectos no residenciales

Fuente: Autores

En la gráfica 2 se puede observar que los riesgos que afectan al cronograma de proyectos no residenciales se clasifican en tres categorías según su nivel de afectación: Bajo, Moderado y Alto; en donde los riesgos con afectación moderada son mayoría con el 37% del total, seguido de los riesgos con afectación baja, los cuales son el 35%, mientras que los riesgos con una alta afectación sobre el cronograma de los proyectos residenciales son solo el 29%. Replicando el análisis realizado a los riesgos presentes en proyectos residenciales, los riesgos moderados y altos forman un 65% del total de los riesgos, este mismo porcentaje de riesgos son los que afectan al cronograma de dichos proyectos retrasándolos en una medida del 5% al 20% de la duración total del cronograma, según las medidas de impacto según la metodología PMI, evidenciadas en la ilustración 2.

El desempeño del cronograma es un indicador vital que mide el desempeño del proyecto, pero los retrasos en el cronograma son un desafío de larga data para la aplicación práctica en la gestión de proyectos (Guida & Sacco, 2019). Al realizar la selección de los riesgos que afectan al cronograma dentro de las investigaciones procesadas, se observa que existe una gran similitud entre los riesgos presentes en dichos estudios, sin importar el tipo de proyecto en cuestión. Sin embargo, al realizar la jerarquización de los riesgos en cada grupo se encontró que los riesgos de categoría Alta están presentes en los proyectos no residenciales un 15% más con relación con el total, que en los proyectos residenciales.

Resulta lógico afirmar que el tamaño y la escala de los proyectos presentan importantes desafíos a fin de cumplir los objetivos del cronograma. Los riesgos que causan retrasos no varían según el componente al que pertenecen, pero las consecuencias de estos son más profundas en los proyectos de mayor envergadura debido a su gran escala y complejidad. Tal como menciona (Basak et al., 2021) cuando afirma que con el aumento en el tamaño de un proyecto, se involucran mayores riesgos y, en consecuencia, la capacidad de un proyecto para terminar a tiempo y dentro del presupuesto puede volverse problemática.



*Gráfica 3: Categorización de los riesgos que afectan al cronograma de proyectos de construcción.*

*Fuente: Autores*

En la Gráfica 3 se presenta la categorización de los riesgos que afectan al cronograma de los proyectos de construcción residenciales así como los no residenciales, en esta se puede observar que el 32% de los riesgos son de categoría Baja, el 48% de categoría moderada y el 20% restante pertenecen a la categoría alta. En la síntesis de ambas gráficas podemos evidenciar la consolidación de la categoría moderada como la que tiene mayor presencia en los proyectos de construcción con el 48% de los riesgos, y junto a los riesgos de categoría alta conforman el 68%, los cuales potencialmente generaran un retraso en el cronograma de entre el 5% y 20% de su duración.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al identificar los riesgos que afectan el cronograma de los proyectos de construcción, a través del proceso de gerenciamiento al que pertenecen, y sus causas basados en los estándares PMI e ISO se concluye que las situaciones generadoras de riesgos y situaciones conflictivas no siguen un modelo que sea predecible, por el contrario, son los contextos interno y externo aquellos que con su curso natural plantean retos y complicaciones a la hora de efectuar el cronograma de los proyectos de construcción.

A la hora de priorizar y jerarquizar los riesgos con base en la metodología definida por los estándares PMI e ISO se llegó a la conclusión de que los riesgos pertenecientes a la categoría de impacto sobre el cronograma “Alto” tienen en común la capacidad de suspender las actividades relacionadas a dichos riesgos, y con ello pausar el proyecto de manera temporal. Por otro lado los riesgos de categoría “moderado” disminuyen la velocidad con la que se realizan las actividades del proyecto, generando un retraso en el cumplimiento del cronograma.

Se observó que los riesgos no varían respecto al tipo de proyecto, sin embargo, aumentan el impacto que tienen sobre el cronograma a medida que la magnitud del proyecto crece, además de esto el tratamiento que se le debe dar a dichos riesgos cobra mayor importancia. De igual forma se puede concluir que es necesario que el análisis de riesgos se haga de manera conjunta, prestando atención a la manera en la que los riesgos se relacionan entre si creando nuevos riesgos y modificando el impacto y alcance de aquellos ya identificados.

Es permitido afirmar que la profundidad y claridad con la que se desarrolla el análisis cualitativo de los riesgos que afectan al cronograma de proyectos de construcción tiene igual e incluso mayor importancia que identificar la mayor cantidad de riesgos posibles. La presente investigación se encuentra con vacíos y análisis poco dicientes dentro de los trabajos de grado estudiados, lo cual supuso una mayor complejidad a la hora de realizar la selección y jerarquización de riesgos.

A partir del análisis de la distribución de los riesgos que afectan el cronograma de proyectos residenciales se puede concluir que el 71% afectan al cronograma de dichos proyectos, retrasándolos en una medida del 5% al 20% del total de la duración del cronograma, y para proyectos no residenciales se tiene que este retraso se cumple para el 65% de los riesgos relacionados con el cronograma.

Siguiendo la misma línea de análisis se puede concluir que los proyectos de construcción poseen dentro del conjunto de riesgos que afectan el cronograma un 68% de riesgos de categoría moderada y alta, los cuales generan un retraso en el cronograma de entre el 5% y el 20%.

De igual manera consideramos que los investigadores que realicen futuros estudios de la relación existente entre gestión de riesgos y la gestión del cronograma deberán realizar el análisis con un enfoque más global, a través del análisis de proyectos en diferentes ciudades y países, para así generar resultados que sean fácilmente aplicables a todo tipo de proyectos sin importar su ubicación.

## BIBLIOGRAFIA

- Basak, M., Coffey, V., & Perrons, R. K. (2021). The interaction between non-technical and technical risks in upstream natural gas project schedule overruns: Evidence from Australia. *The Extractive Industries and Society*, May, 100971. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2021.100971>
- Benitez, G., & Romero, J. (2012). *ANALISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE RIESGOS EN LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCION DE TIPO RESIDENCIAL UBICADOS EN LA ZONA NORTE DE LA CIUDAD DE CARTAGENA, BAJO LA METODOLOGIA DEL PMI*. universidad de cartagena.
- Bogucki, M., & Polonski, M. (2019). Risk Analysis for High Pressure Gas Pipeline Construction Schedule. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 471(11). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/471/11/112042>
- BURGOS GUERRA, I. Y. (2011). *PLAN DE GESTION DEL RIESGO EN PROYECTOS DE ZONAS RURALES MEDIANTE LA IMPLEMENTACION DE LA GESTION DE PROYECTOS (PMI)* (Vol. 16, Issue 22). universidad de cartagena.
- Cheng, Y., Yuan, J., Zhu, L., & Li, W. (2020). Risk Propagation Model and Simulation of Schedule Change in Construction Projects: A Complex Network Approach. *Complexity*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/8854609>
- CONDE ARRIETA, E. E., & HERNANDEZ HERRERA, G. A. (2012). *ANALISIS CUANTITATIVO DE RIESGOS CONSTRUCTIVOS EN EDIFICACIONES COMERCIALES EN LA COMUNA NORTE DE LA CIUDAD DE CARTAGENA INDIAS BAJO LA METODOLOGIA DEL PMI®*. universidad de cartagena.
- Florez Ortega, M. patricia. (2010). *FORMULACIÓN DE UN ESQUEMA METODOLÓGICO PARA LA APLICACIÓN DE LA GESTIÓN DE RIESGOS EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN*. universidad de cartagena.
- Guida, P. L., & Sacco, G. (2019). A method for project schedule delay analysis. *Computers & Industrial Engineering*, 128, 346–357. <https://doi.org/10.1016/J.CIE.2018.12.046>
- Huidobro, J., Heredia, B., Salmona, M., & Alvarado, L. (2009a). *Inclusión de la Gestión de*

*Riesgos en el Estudio de Ofertas para Licitaciones de Proyectos de Construcción. November 2014.*

Huidobro, J., Heredia, B., Salmona, M., & Alvarado, L. (2009b). Inclusion of risk management in the study offers for bids of construction projects [Inclusión de la gestión de riesgos en el estudio de ofertas para licitaciones de proyectos de construcción]. *Revista de La Construccion*, 8(2), 59–70. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-77953971529&partnerID=40&md5=1c1198507c33286c87d7f5d1d9e19665>

ISO 31010, 106 (2019).

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2004). *NTC 5254*.

NTC-ISO 31000, (2011).

Isah, M. A., & Kim, B. S. (2021). Integrating schedule risk analysis with multi-skilled resource scheduling to improve resource-constrained project scheduling problems. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(2), 1–16. <https://doi.org/10.3390/app11020650>

Issa, U. H. (2013). Implementation of lean construction techniques for minimizing the risks effect on project construction time. *Alexandria Engineering Journal*, 52(4), 697–704. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2013.07.003>

Konior, J. (2019). Mitigation of correlated risk in construction projects. *Civil Engineering and Architecture*, 7(1), 17–22. <https://doi.org/10.13189/cea.2019.070103>

Kumar, C. S., Kapuganti, C. B., Eswara Rao, S., Santhosh Kumar, T., & Ramesh, B. (2020). Application of last planner system as lean construction technique. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, 8(9), 6035–6041. <https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/184892020>

LEÓN TORRES, P. A. (2019). *IMPACTO DE LOS RIESGOS RESIDUALES EN LOS PROYECTOS DE INGENIERÍA CIVIL*. universidad piloto de colombia.

MARQUEZ ZUÑIGA, A., & ECHEVERRIA MESINO, D. (2013). *Analisis cualitativo de los riesgos en proyectos de ampliacion y remodelacion de edificaciones con uso institucional y/o comercial bajo la metodologia del pmi® en la ciudad de cartagena*.

- MOLINARES JIMÉNEZ, L. P., & PEREZ VELOSA, C. N. (2012). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN DE RIESGOS PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN*. universidad de cartagena.
- Mukuka, M., Aigbavboa, C., & Thwala, W. (2015). Effects of Construction Projects Schedule Overruns: A Case of the Gauteng Province, South Africa. *Procedia Manufacturing*, 3(Ahfe), 1690–1695. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.989>
- Nabawy, M., & Khodeir, L. M. (2021). Achieving efficiency in quantitative risk analysis process – Application on infrastructure projects. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(2), 2303–2311. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.07.032>
- Pamidimukkala, A., & Kermanshachi, S. (2021). Impact of Covid-19 on field and office workforce in construction industry. *Project Leadership and Society*, 2, 100018. <https://doi.org/10.1016/j.plas.2021.100018>
- Paz, J. C., Rozenboim, D., Cuadros, Á., & Cano, S. (2018). *A Simulation based sched. method for constr..pdf*. 18(2), 41–69.
- Project Management Institute, I. (2013). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide) Quinta Edición*. (Vol. 38).
- QUEVEDO PORRAS, V. Z. (2019). MODELO DE GESTIÓN DE RIESGOS Y SU IMPACTO EN EL ALCANCE, TIEMPO Y COSTO DE LOS PROYECTOS DE SANEAMIENTO BÁSICO EN LA REGIÓN DE TACNA, 2017 [UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA]. In *Articulo de Finacial Distress*. <http://209.45.55.171/handle/UNAC/3989%0Ahttp://www.upt.edu.pe/upt/web/home/contenido/100000000/65519409>
- ROMERO MARTINEZ, H., & MARTELO DIAZ, Y. (2009). *GESTION DE LOS RIESGOS EN PROYECTOS DE CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES*. universidad de cartagena.
- Unegbu, H. C. O., Yawas, D. S., & Dan-asabe, B. (2020). An investigation of the relationship between project performance measures and project management practices of construction projects for the construction industry in Nigeria. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*, xxxx. <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2020.10.001>

VILLALBA HERRERA, J. L. (2012). *ANALISIS CUALITATIVO DE FACTORES DE RIESGO EN PROYECTOS DE CONSTRUCCION DE TIPO RESIDENCIAL EN LA CIUDAD DE CARTAGENA BAJO LA METODOLOGIA DEL PMI®*. universidad de cartagena.

Xiao, L., Bie, L., & Bai, X. (2021). Controlling the schedule risk in green building projects: Buffer management framework with activity dependence. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123852. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123852>

What is PMBOK in project management? (n.d.). Retrieved October 29, 2021, from <https://www.visual-paradigm.com/guide/pmbok/what-is-pmbok/>.