

**Herramienta de Apoyo para el Desarrollo de la Gerencia del Proyecto de Grado de los  
Estudiantes de la Universidad Santo Tomás**

**Kemberly Andrea Rosero Uribe**

**Trabajo de Grado para Optar por el Título de Ingeniera Civil**

**Director**

**Raúl Omar Di Marco Morales**

**Codirector**

**Homer Armando Buelvas Moya**

**Modalidad: Desarrollo Profesional Aplicado**

**Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**

**División de Ingenierías y Arquitectura**

**Facultad de Ingeniería Civil**

**2021**

### **Agradecimientos**

En primera instancia agradezco a mis padres por su total apoyo y por haberme brindado

la oportunidad de realizar mi pregrado.

A mis hermanas Paola y Angie por alentarme siempre a salir adelante y mejorar cada día

personal y profesionalmente.

A los tres asesores que me acompañaron en este proceso; el Docente y Magister Homer

Buelvas Moya por guiarme con su conocimiento y experiencia, al Docente David Gutiérrez por iniciar el proceso conmigo e incentivar mi entusiasmo por la Gerencia y Evaluación de Proyectos

y al Docente Raúl Di Marco Morales por apoyarme en la fase final de mi proyecto.

**Contenido**

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Introducción .....                                                                      | 12 |
| 1.1 Formulación del Problema .....                                                      | 13 |
| 1.2 Justificación.....                                                                  | 16 |
| 1.3 Objetivos .....                                                                     | 17 |
| 1.3.1 Objetivo General.....                                                             | 17 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos .....                                                       | 17 |
| 2. Revisión Bibliográfica .....                                                         | 18 |
| 2.1 Antecedentes de Investigación .....                                                 | 18 |
| 2.2 Entorno del Avance del Proyecto de Grado .....                                      | 21 |
| 2.2.1 Factores que Afectan el Rendimiento del Proyecto de Grado.....                    | 21 |
| 2.2.2 Factores que Aportan al Desarrollo del Proyecto de Grado .....                    | 22 |
| 2.3 Definiciones Gerencia de Proyectos .....                                            | 24 |
| 2.3.1 Organizaciones Profesionales en la Gerencia de Proyectos .....                    | 25 |
| 2.3.2 Beneficios de Aplicación de la Gerencia de Proyectos .....                        | 26 |
| 2.4 Gerencia de Proyectos en Investigación de Pregrado .....                            | 27 |
| 2.5 Lineamientos del Project Management Institute .....                                 | 27 |
| 2.5.1 Grupos de Procesos y Áreas de Conocimiento del Project Management Institute. .... | 29 |
| 2.5.2 Herramientas y Técnicas del Project Management Institute. ....                    | 31 |
| 2.6 Triple Restricción de un Proyecto .....                                             | 32 |
| 3. Metodología .....                                                                    | 33 |
| 3.1 Fase 1: Revisión Bibliográfica .....                                                | 34 |
| 3.2 Fase 2: Descripción del Procedimiento Planteado .....                               | 36 |
| 3.3 Fase 3: Formulación de la Herramienta Alternativo y/o de apoyo .....                | 37 |

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 4. Desarrollo Metodológico .....                          | 39 |
| 4.1 Fase 1: Revisión Bibliográfica .....                  | 39 |
| 4.2 Fase 2: Descripción del Procedimiento Planteado ..... | 41 |
| 4.3 Fase 3: Formulación de la Herramienta Final .....     | 47 |
| 4.3.1 Gestión del Alcance.....                            | 49 |
| 4.3.2 Gestión del Tiempo .....                            | 52 |
| 4.3.3 Gestión de los Costos .....                         | 56 |
| 5. Resultados.....                                        | 58 |
| 5.1 Gestión del Alcance .....                             | 59 |
| 5.2 Gestión del Tiempo .....                              | 62 |
| 5.3 Gestión de los Costos .....                           | 65 |
| 6. Conclusiones .....                                     | 67 |
| 7. Recomendaciones .....                                  | 69 |
| Referencias.....                                          | 70 |
| Apéndices.....                                            | 73 |

**Lista de Tablas**

|                                                                                                             | Pág. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>Tabla 1.</b> <i>Funciones del supervisor.</i> .....                                                      | 22   |
| <b>Tabla 2.</b> <i>Relación Objetivos con Fases de Metodología y sus actividades.</i> .....                 | 38   |
| <b>Tabla 3.</b> <i>Grupos de Procesos clasificados dentro de las etapas del ciclo de vida del proyecto.</i> | 43   |
| <b>Tabla 4.</b> <i>Herramientas y Técnicas Gestión del Alcance.</i> .....                                   | 44   |
| <b>Tabla 5.</b> <i>Herramientas y Técnicas Gestión del Tiempo.</i> .....                                    | 45   |
| <b>Tabla 6.</b> <i>Herramientas y Técnicas Gestión de los Costos.</i> .....                                 | 47   |

## Lista de Figuras

|                                                                                                                                   | Pág. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>Figura 1.</b> <i>Ejemplo de Interacciones entre los Grupos de Procesos dentro de un Proyecto.</i> .....                        | 28   |
| <b>Figura 2.</b> <i>Triple Restricción de un Proyecto.</i> .....                                                                  | 32   |
| <b>Figura 3.</b> <i>Fases de la Metodología Realizadas en la Ejecución del proyecto.</i> .....                                    | 33   |
| <b>Figura 4.</b> <i>Ecuación de búsqueda número uno.</i> .....                                                                    | 34   |
| <b>Figura 5.</b> <i>Ecuación de búsqueda número dos.</i> .....                                                                    | 35   |
| <b>Figura 6.</b> <i>Ecuación de búsqueda número tres.</i> .....                                                                   | 35   |
| <b>Figura 7.</b> <i>Artículos Científicos seleccionados en la primera fase.</i> .....                                             | 39   |
| <b>Figura 8.</b> <i>Procedimiento Estándar de desarrollo del Proyecto de Grado.</i> .....                                         | 48   |
| <b>Figura 9.</b> <i>Muestreo de Buenas prácticas de la Gerencia de Proyectos propuestas para la Gestión del Alcance.</i> .....    | 50   |
| <b>Figura 10.</b> <i>Muestreo de Buenas prácticas de la Gerencia de Proyectos propuestas para la Gestión del Tiempo.</i> .....    | 53   |
| <b>Figura 11.</b> <i>Muestreo de Buenas prácticas de la Gerencia de Proyectos propuestas para la Gestión de los Costos.</i> ..... | 56   |

**Lista de Apéndices**

|                                                                                      | Pág. |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>Apéndice A.</b> Análisis de Datos de los Documentos Encontrados en la Fase 1..... | 73   |
| <b>Apéndice B.</b> Cuadro Maestro del Proyecto.....                                  | 73   |
| <b>Apéndice C.</b> Herramienta de Apoyo.....                                         | 73   |

### **Resumen**

En la realización de un proyecto de grado para pregrado se pueden encontrar disponibilidad de variables herramientas de apoyo metodológico que permiten la realización de la solución a un problema práctico o teórico. Sin embargo, el estudiante puede plantear equivocadamente un proyecto solo como cumplimiento de un requisito institucional o puede fracasar en su ejecución, lo que no le permite ejercer su rol gerencial ni lograr encontrar una dirección correcta de su propio proyecto. Este trabajo de grado de desarrollo profesional realiza una revisión literaria sobre la gestión de proyectos implementada en el desarrollo de requisito de pregrado, planteando un procedimiento de apoyo alternativo para la ejecución del proyecto de grado con buenas prácticas gerenciales de la triple restricción alcance-tiempo-costos del Project Management Institute. Este documento se plantea para que el estudiante durante la ejecución de su proyecto lo efectúe y logre desempeñar su función gerencial que le permita complementar su proceso y lograr una mayor posibilidad de éxito en términos de tiempo, alcance y costo.

*Palabras Clave:* Gestión de Proyectos, Calidad-Costo-Tiempo, Project Management Institute, Proyectos de Grado, Herramienta de Apoyo.

### **Abstract**

In the realization of a bachelor's thesis there can be found great methodological support tools that allow the accomplishment of the solution to a practical or theoretical trouble. However, the student could propound an incorrectly project just to fulfill an institutional requirement or could fail in its execution, which does not allow them to perform its managerial role or to find the right direction its own project to meet its objectives. This final undergraduate project as professional development performs a literature review on the project management implemented in the development of the projects of undergraduate requirement, raising a support procedure with good management practices of the triple restriction according to the Project Management Institute. This document is proposed so the student during the execution of its project can carry it out and achieve his managerial role that allows him to reach success in terms of time, scope and cost.

*Keywords:* Project Management, Quality-Cost-Time, Project Management Institute, Degree Projects, Support Tool.

### **Glosario**

*Asesor del Proyecto:* Profesional que ayuda en la gestión eficiente del proyecto y aporta formación y conocimientos a los miembros de un equipo.

*Buenas Prácticas:* Una metodología, procedimiento o teoría que se ha demostrado que funciona bien y produce buenos resultados, y, por lo tanto, se recomienda como modelo.

*Director del Proyecto:* Es la persona que tiene asignada la tarea de liderar un equipo con la función de conseguir unos objetivos. Es la persona que tiene la responsabilidad total del planeamiento y ejecución de cualquier proyecto.

*Función Gerencial:* Son todos los procedimientos que debe desempeñar un gerente. Un gerente suele cumplir el planeamiento, la organización, la dirección y el control del proyecto; en sí, su papel es el de utilizar tan eficientemente como sea posible todos los recursos a su disposición a fin de obtener el máximo posible de beneficio de estos para una organización o proyecto.

*Gestión del Alcance:* Procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido y únicamente el trabajo para completar el proyecto con éxito; definir y controlar qué se incluye y qué no en el proyecto.

*Gestión de los Costos:* Incluye los procesos involucrados en estimar, presupuestar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado; se ocupa de los costos de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto.

*Gestión del Cronograma:* Procesos necesarios para asegurar el correcto desarrollo de las actividades dentro de los plazos especificados, además de las herramientas para el control y seguimiento de la planificación temporal y la programación del proyecto.

*Herramientas:* Son aquellos medios didácticos o técnicos con los que cuenta el facilitador y pueden ser aplicados durante el desarrollo de actividades para lograr impartir con éxito conocimientos e información.

*Project Management Institute:* El Project Management Institute es una organización estadounidense sin fines de lucro que asocia a profesionales relacionados con la Gestión de Proyectos.

*Proyecto de Grado:* Es el trabajo teórico o experimental que desarrolla el estudiante sobre un tema o problema único, bien delimitado y factible de abordar desde las competencias adquiridas en el nivel de formación profesional y en el tiempo establecido por la institución para este tipo de ejercicio.

*Stakeholder:* Individuo, grupo u organización que puede afectar, verse afectado o percibirse a sí mismo como posible afectado por una decisión, actividad o resultado de un proyecto.

*Técnica:* Es el conjunto de procedimientos, reglas, normas, acciones o protocolos que tiene como objetivo obtener un resultado determinado y efectivo.

*Triple Restricción:* En todo proyecto existen muchas restricciones, pero hay tres que se consideran especialmente más importantes y son comunes para todos los proyectos y son: el costo, el tiempo y el alcance y conforman lo que se denomina, la triple restricción de un proyecto.

## **Introducción**

La gerencia de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para cumplir o superar los requisitos de este [1], lo que permite identificar y reducir al mínimo los costos y riesgos, al mismo tiempo que cumple con el cronograma planteado para su ejecución. A pesar de que la gerencia usualmente se relaciona con proyectos de gran escala en industria, ingeniería y construcción, el uso de herramientas gerenciales es pertinente para gran número de proyectos debido a que se acomodan según la necesidad, aumenta el nivel de y logra identificar el rol que cumple cada integrante del equipo de trabajo [2]. Las metodologías, técnicas y herramientas de la gestión de proyectos pueden adaptarse independientemente del área de conocimiento, [3] [4] [5] y la ejecución de un proyecto de grado podría ser un claro ejemplo de ello.

El trabajo de grado es el resultado que representa toda la formación académica y que habilita la graduación del estudiante. En particular, los programas de la Universidad Santo Tomás brindan cursos donde se imparten todas las herramientas metodológicas para apoyar al estudiante durante la ejecución del proyecto, a pesar de esto, el estudiante no logra entender completamente la planificación y ejecución de las actividades a desarrollar en el proyecto, fundamentado en un alcance no bien definido y en una mala planificación en los tiempos de ejecución y costos [2].

Una solución alternativa ante la problemática de malinterpretación o mal procedimiento de ejecución del proyecto de grado, es la aplicación de los principios de la Gerencia de Proyectos durante la ejecución de los Proyectos de Grado, puesto que esta disciplina se encarga de cubrir principalmente de esas dificultades que está presentando el estudiante, de modo que organiza los

recursos disponibles de tal forma que el proyecto sea terminado dentro del tiempo, alcance y costo planificado inicialmente.

El presente proyecto de grado pretende fundamentarse en los principios de la Gerencia de Proyectos para elaborar una herramienta de apoyo bajo los lineamientos de la triple restricción del Project Management Institute con el fin de acompañar al estudiante en su función gerencial y evitar efectos de retraso por mala planificación y ejecución en todo el proceso de su trabajo de grado, complementando las herramientas actuales e incluyendo nuevas variables a la ejecución de un proyecto.

## **1. Herramienta de Apoyo para el Desarrollo de la Gerencia del Proyecto de Grado de los Estudiantes de la Universidad Santo Tomás**

### **1.1 Formulación del Problema**

El trabajo de grado es un requisito académico resultado de una investigación o la aplicación de un conocimiento adquirido, presentada en un texto escrito, fundamentado en conocimientos y razonamientos teóricos, métodos y técnicas con rigor y coherencia científica que representan un aporte del autor hacia la disciplina de estudio [5]. Este documento es el encargado de sustentar y poner a prueba los conocimientos adquiridos por el estudiante durante su carrera académica para lo cual, es evaluado por la correspondiente autoridad académica de la institución con el fin de avalar su respectivo título profesional, sin embargo, se pueden presentar dificultades asociadas a la planificación y ejecución puesto que a pesar de tener todas las herramientas metodológicas, realiza un mal plan y dirección de su propio trabajo [2].

Los estudiantes de la Universidad Santo Tomás, por ejemplo, inician el proceso de trabajo de grado a través de espacios académicos propuestos en los pensum, que en su mayoría se cursan a partir de octavo semestre, y que brindan las herramientas necesarias para ejecutar un proyecto que finalmente resulta en la presentación de un documento propio. En una primera parte, específicamente en la facultad de Ingeniería Civil, se brindan espacios académicos que apoyan y forman metodológicamente al estudiante con lo relacionado al trabajo de grado generando productos los cuales el estudiante puede decidir continuar con estos como su opción de grado.

Después de aprobada la opción de grado, el estudiante desarrolla componentes sobre su tema de investigación relacionados con el planteamiento del problema, objetivos, justificación, marco referencial, antecedentes, metodología, cronograma y recursos del proyecto; esta estructura conforma el documento de Anteproyecto [5]. Esta etapa se desarrolla con una guía de un asesor de proyecto, y el estudiante inicia su trabajo independiente y adquiere la total responsabilidad de la dirección de su investigación o trabajo aplicativo. En este proceso juega un papel importante la forma en la que el estudiante mitiga las posibles dificultades que se le presentan, como lo pueden ser cambiar constantemente del enfoque o tema del proyecto, escenarios presentados no previstos, postergamiento de las reuniones con su asesor, no presentar avances para revisión de los docentes encargados, entre otros [6].

Muchos autores concluyen que durante el desarrollo del proyecto de grado, el estudiante presenta dificultades relacionadas con la organización de las actividades a ejecutar, del tiempo a ejecutar y del costo a implementar [3] [7] [8] [9] [10]. Las actividades afectan el alcance del proyecto y el cumplimiento de los objetivos lo que podría ocasionar rechazo de la solicitud de grado, el tiempo mal manejado generaría reprocesos continuos y retrasos en su oportuna fecha de graduación, y los sobre costos ocasionarían desbalances económicos en las sociedades familiares

del estudiante. Lo anterior nos indica que la dirección de su proyecto de grado es afectada principalmente por variables de alcance, tiempo y costo.

El estudiante que desarrolla su proyecto es acompañado por un asesor, que, debido a sus conocimientos en el tema seleccionado y experiencia en investigación, brinda su apoyo como orientador en el transcurso del desarrollo del proyecto de grado. Lo dicho hasta aquí supone que la relación entre el asesor y estudiante tiene importantes implicaciones en la elaboración del trabajo de grado final, puesto que influye en el tiempo de finalización de este, el nivel de satisfacción e indicadores de desgaste del estudiante [6]. Así entonces, si el estudiante no tiene una buena comunicación con su asesor o no cumple los requisitos de este, el proyecto estará encaminado a no ser finalizado según lo planificado inicialmente.

Es tradicional que al asesor del proyecto se le denomine como el “director”, ocasionando que se distorsione el rol que cumple el estudiante en el desarrollo de su proyecto, aunque es este último quien selecciona la opción de grado y qué asesor podría apoyarlo en el proceso, lo que en realidad le da a él el rol de “estudiante director”. El estudiante debería asumir toda la responsabilidad de ejecutar su trabajo de grado y de conocer las particularidades que el reglamento académico dispone para este, sin embargo, le resulta complejo establecer una estructura secuencial del desarrollo del proyecto, esto debido al desconocimiento del rol fundamental que cumple como director de su proyecto, así como la falta de buenas prácticas gerenciales y la poca aceptación de los efectos que pueden conllevar no realizar un buen proceso desde el inicio hasta el respectivo cierre del proyecto.

Según Spowage *et al.* [6] la mayor parte de la ejecución del proyecto de grado se efectúa para satisfacer los requisitos institucionales o de supervisión, más que con fines de gestión operacional y sin un claro desarrollo direccional, que el mismo estudiante debería realizar. Lo

dicho hasta aquí nos genera la duda sobre la aplicación de las buenas prácticas de la Gerencia de Proyectos en el desarrollo de su proyecto de grado.

La disciplina de Gerencia de Proyectos se enfoca esencialmente en lo que está fallando el estudiante durante la realización de su proyecto de grado, es decir, la organización de los recursos que se poseen de tal forma que el proyecto sea finalizado bajo el tiempo y con el alcance y el costo planteado inicialmente [3] [8] [10]. Es así como los procesos de la gerencia de proyectos pueden ser una herramienta valiosa para este, si se ajusta a sus necesidades, facilitando que el estudiante asuma el rol de director de proyecto y cumpla las metas fijadas al inicio de este, por lo cual, con este proyecto de grado se pretende ajustar las buenas prácticas del Project Management Institute (PMI) a la ejecución de resultados, cronograma y presupuesto de un proyecto de pregrado para lograr que la inversión económica sea la apropiada, no se sobrepase el tiempo de permanencia y la Universidad Santo Tomás cuente con una herramienta de apoyo a sus proceso pedagógico en el área de investigación.

## **1.2 Justificación**

Tradicionalmente el estudiante que está ejecutando un proyecto de grado en cualquier universidad del país cuenta con un docente asignado como “director de proyecto”, el cual desempeña un trabajo más apropiado al cargo de asesor, al no ejecutar ningún componente de Dirección sino solo de guía. Debido a su experiencia y conocimiento en el área de estudio del proyecto de grado, el Asesor de proyecto tiene como responsabilidad trabajar en una organización de actividades que debe realizar el estudiante y apoyarlo como guía académica sobre las metodologías y conceptos a desarrollar, asegurar la aplicación de normas exigidas para la presentación del trabajo de grado y controlar que no haya plagio en los trabajos presentados [11].

Sin embargo, es conocido que la ejecución, redacción y seguimiento recae principalmente sobre el estudiante, quien tiene que desarrollar el documento técnico y administrativamente entregarlo a revisión y responsabilizarse totalmente de su entrega

Los estudiantes de la Universidad Santo Tomás, como en la mayoría de los recintos académicos nacionales, poseen la mayor parte de la autoridad en la ejecución de su proyecto debido a su incidencia directa en el desarrollo de este. Se espera entonces por parte del estudiante, un alto nivel de iniciativa y diligencia en el cumplimiento de las actividades a desempeñar en su proyecto de grado, por lo que directamente le da las funciones propias de un director, quien controla que todos los requisitos se cumplan indiferente de la dependencia de ejecución.

De este modo, elaborar una herramienta de apoyo para facilitar la función gerencial del estudiante resulta imprescindible en la ejecución de un proyecto de grado ya que esto le permitiría tener un panorama completo del papel fundamental que cumple y ser consciente de las consecuencias a las que estaría expuesto si no planifica los procesos necesarios para finalizar satisfactoriamente su proyecto de grado.

### **1.3 Objetivos**

#### ***1.3.1 Objetivo General***

Elaborar una herramienta de apoyo para que el estudiante desarrolle la gerencia de su proyecto de grado bajo los lineamientos de la triple restricción del Project Management Institute.

#### ***1.3.2 Objetivos Específicos***

Documentar una revisión literaria del uso de la gestión de proyectos del PMI en el desarrollo del proyecto de grado del estudiante.

Describir el procedimiento necesario bajo la triple restricción para que el estudiante gerencie de forma efectiva su proyecto de grado según las buenas prácticas del PMI.

Formular un documento de apoyo para que los estudiantes en la ejecución de su proyecto de grado utilicen las herramientas y técnicas de las áreas de Alcance, Tiempo y Costos del PMI.

## **2. Revisión Bibliográfica**

### **2.1 Antecedentes de Investigación**

Como fundamentos de desarrollo del presente proyecto se han propuesto cinco antecedentes de investigación teniendo en cuenta su aporte al desarrollo del presente proyecto de grado; Estos cinco son: 1. Adaptación de los Principios e Instrumentos de la Gestión de Proyectos para la Investigación y el Desarrollo, 2. Requisitos de Metodología de la Gestión de Proyectos para su Uso en Proyectos de Investigación de Ingeniería de Pregrado, 3. Elaboración de una Metodología de Gestión de Proyectos para su Uso en proyectos de Investigación Doctoral, 4. Aplicación de Herramientas y Técnicas de Gestión de Proyectos para Apoyar la Investigación de Intervención en Enfermería y 5. Gestión de las Actividades de Clase como Proyecto: Un Enfoque basado en Herramientas.

En primera instancia, tenemos la investigación de Larsen (2004) sobre la “Adaptación de los Principios e Instrumentos de la Gestión de Proyectos para la Investigación y el Desarrollo”. En este artículo el autor expone cómo los ingenieros comprenden los principios e instrumentos de la gestión de proyectos, pero no los utilizan ni aceptan para ser aplicados en la investigación y desarrollo de proyectos, del mismo modo presenta ideas para lograr la adaptación de la gestión de proyectos a las necesidades de los proyectos de investigación. Lo anterior se relaciona con el

proyecto en curso en cuanto a la contextualización del entorno en el que la gerencia de proyectos suele ser rechazada, las razones por la que esto sucede y cómo poder manejar dicha perspectiva errada de los principios y herramientas de la gerencia de proyectos; todo lo anterior es base para explicar varios conceptos de la problemática del presente proyecto.

Chin y Spowage (2008) por su parte realizaron el trabajo “Requisitos de Metodología de la Gestión de Proyectos para su Uso en Proyectos de Investigación de Ingeniería de Pregrado”. En esta investigación se determinan los requisitos necesarios de una metodología de gestión de proyectos diseñada para ayudar a los estudiantes universitarios de ingeniería a gestionar sus proyectos de investigación. En el estudio utilizan encuestas y entrevistas preliminares a universitarios y asesores académicos para conocer dichos requisitos, así mismo, plantean la diversa aplicación e importancia de la gerencia de proyectos independientemente del campo de estudio. Este artículo es fundamental para el estudio de este proyecto ya que identifica muchos factores de las herramientas de gerencia de proyectos, tales como las ventajas, la importancia y aplicación.

La investigación realizada por Chin, Spowage, Yap y Lee (2011) titulada: “Elaboración de una Metodología de Gestión de Proyectos para su Uso en proyectos de Investigación Doctoral”. En este artículo se indica la falta de información sobre el uso apropiado de las metodologías de gestión de proyectos por parte de los estudiantes de doctorado y es una continuación del artículo planteado anteriormente de 2008. En el estudio resaltan que el grupo de estudio expresan que la adopción de una metodología de la gerencia de proyectos es más beneficiosa a comparación de la forma que normalmente desarrollan sus proyectos de investigación. La importancia de este documento radica en la formulación de una metodología de gerencia de proyectos para uso de proyectos de investigación, el cual es el objetivo principal de este trabajo de grado.

Rew, Cauvin, Cengiz, Pretorius y Johnson (2020) generaron la “Aplicación de Herramientas y Técnicas de Gestión de Proyectos para Apoyar la Investigación de Intervención en Enfermería”. Esencialmente el documento se basa en proporcionar una visión general de la gestión de proyecto e identificar formas en que los principios y estrategias específicas pueden aplicarse para facilitar la investigación de enfermería. Plasman como la gestión de proyectos facilitan y mejoran el proceso de investigación, así como las fases por las que debe pasar el proyecto para ser desarrollado satisfactoriamente. Este estudio brinda bases en cuanto a la elaboración de la herramienta como tal, además que comprenden las fases que se tendrían que plantear y esto podría adaptarse al grupo de estudio del presente proyecto, es decir, los estudiantes del programa de Ingeniería Civil de la Universidad Santo Tomás - Seccional Bucaramanga.

Finalmente Amaya (2018) desarrolló la “Gestión de las Actividades de Clase como Proyecto: Un Enfoque basado en Herramientas”. En este artículo plantean la aplicación de herramientas de gerencia de proyectos para ejecutar las actividades de clase como un proyecto, debido a que las limitaciones del curso no les permite tener una formación formal en esta disciplina. Con este estudio los estudiantes aprenden a ser más proactivos en la ejecución de su trabajo mediante el reconocimiento de los efectos de los retrasos en los horarios y los déficits de calificación al principio del proyecto, mediante la identificación y planificación de los riesgos que surgen, y mediante la identificación y manejo de los problemas que se desarrollan en el transcurso de la ejecución del proyecto. En el proyecto en curso que se plantea en el presente trabajo también espera apoyar al estudiante en la gerencia de su proyecto de grado, por lo cual este artículo es fundamental para obtener información que alimente la contextualización y problema que se desea solucionar.

## **2.2 Entorno del Avance del Proyecto de Grado**

Murphy en su estudio del 2004 planteó que uno de los primeros retos al que el estudiante se ve enfrentado es encontrar el balance perfecto entre el trabajo que es guiado por el asesor y el trabajo independiente que este debe realizar, al igual que la cantidad de asesoría proporcionada por el asesor [12]. A continuación, en este capítulo se abarcarán los posibles factores que afectan el rendimiento del proyecto.

### ***2.2.1 Factores que Afectan el Rendimiento del Proyecto de Grado***

Bien es claro que, si el estudiante presenta problemas en la organización y planificación de su proyecto, su rendimiento disminuye ocasionando efectos indeseados, tales como reprocesos continuos con su asesor, retraso en su oportuna fecha de graduación debido a una mala planificación del proyecto y aumento de la inversión económica en sus estudios debido al mayor tiempo de permanencia en la universidad.

Existen múltiples factores que ocasionan dichos efectos y estos han sido estudiados en el transcurso de los años, por ejemplo, un estudio realizado por Manathunga en el 2005 señala algunos de estos factores que podrían argumentar el déficit del rendimiento del estudiante [13] son:

1. Cambiar constantemente de tema.
2. Poca comunicación con el asesor.
3. Aislamiento de sus compañeros de estudio.
4. Postergación de trabajos para ser revisados por su asesor.

### 2.2.2 Factores que Aportan al Desarrollo del Proyecto de Grado

Así como hay factores que afectan negativamente la buena ejecución del proyecto desde el inicio hasta su respectivo cierre, también hay otros que aportan al éxito de este mismo, aplicando estrategias que mitiguen los primeros [6]; Estos factores son definidos según la incidencia que tiene dentro del éxito del proyecto y entre estos se puede resaltar:

- a. Identificar un asesor ideal.** En la revisión de literatura se identificó la importancia de desarrollar y establecer una buena relación entre el asesor y el estudiante. En 2011, Chin *et al.* [6] determinó que el asesor ideal debe ser capaz de proporcionar orientación, asesoramiento y aliento al estudiante en el transcurso del desarrollo del proyecto de grado, teniendo presente que dicho asesor debe tener una alta experiencia en el tema que abarcará el proyecto. En base a esto se determinaron las funciones de los asesores en el proceso, ya que es un factor clave para garantizar que el estudiante complete el proyecto según lo previsto [12]:

**Tabla 1.** *Funciones del supervisor.*

| Educativo                | De Gestión       | Relacional |
|--------------------------|------------------|------------|
| Facilitador              | Inspector        | Apoyo      |
| Maestro                  | Negociador       | Motivador  |
| Guía académica           | Guía de recursos | Consejero  |
| Proveedor de información | Director guía    | Colega     |
| Crítico                  |                  |            |
| Editor                   |                  |            |
| Investigador             |                  |            |

Adaptado de Orientaciones para la investigación de la supervisión de grado superior: La interrelación de las creencias sobre la supervisión, la investigación, la enseñanza y el aprendizaje. Murphy (2004).

- b. Frecuencia de la reunión con el asesor.** Abiddin en el 2005 define el éxito del proyecto con la frecuencia de las reuniones con el asesor [14]; es esencial que el estudiante llegue a un acuerdo con su asesor de la frecuencia de las reuniones, para así

realizar retroalimentación del progreso del estudiante, realizar correcciones y validar el trabajo hecho. El estudiante crea una relación interpersonal constructiva con su asesor desde la etapa inicial, en esta relación los asesores tienden a establecer tres fundamentos para que sea de co-aprendizaje:

- Establecer objetivos claros respecto al proyecto.
- Desarrollar asociaciones, animando al estudiante a reflexionar sobre las habilidades y destrezas necesarias para completar el proyecto.
- Gestionar el proceso de asesoría mediante reuniones periódicas.

c. **Crear un sistema de asesoría.** Según un estudio realizado por Chin, Spowage, Yap y Lee en el año 2011, la calidad de las relaciones entre estudiantes y supervisores tiene importantes implicaciones en el nivel de satisfacción del estudiante, el tiempo de finalización y los índices de desgaste del estudiante [6]. La identificación de los desafíos y los elementos de éxito en el proceso pueden ser difíciles, ya que las asociaciones entre estudiantes y supervisores a menudo no están seguras de las expectativas de cada uno. La Universidad de Australia Meridional en el 2003 identificó tres principios y directrices que proporcionan ideas y estrategias para ayudar tanto a los asesores como a los estudiantes a negociar expectativas mutuamente aceptables; Principio 1: cada relación es única, en la que, debido a las diferentes personalidades individuales, el estudiante debe ser supervisado según su capacidad y nivel de madurez. Principio 2: las expectativas deben ser razonables y Principio 3: es probable que las expectativas cambien a medida que avance la investigación [15]. Con base a esto, Chin et ál. plantea que un asesor ideal deberá comunicarse regularmente con los estudiantes

para proporcionarles orientación, por lo que un proceso de asesoría eficaz es un requisito previo [6].

- d. Aplicar una herramienta de Gestión de proyectos.** Según Toncich en su estudio del 2006, muchos estudiantes no creen que la planificación del proyecto sea necesaria cuando lo llevan a cabo, en particular porque consideran que ellos son el único recurso humano que trabaja en los proyectos, por lo tanto, creen tener el pleno control de su tiempo [16] y esto no es ciertamente correcto en la mayoría de los casos.

En el 2011 Chin et ál. determinan que el estudiante cree que su proyecto de grado es más bien un esfuerzo impulsado por el interés y que su proyecto se llevará a cabo mediante un importante esfuerzo auto disciplinado e independiente con la orientación de su(s) asesor(es). Sin embargo, debido a que muchos estudiantes no planifican su proyecto, muchos fracasan en el proceso de graduación [6].

### 2.3 Definiciones Gerencia de Proyectos

La Gerencia de Proyectos consiste en la aplicación de conocimientos, metodologías, herramientas y técnicas para la definición, planificación, y realización de actividades con el objeto de transformar los objetivos en realidad [17], lo que quiere decir que si esta disciplina es bien aplicada en el proyecto, se identifica y a su vez se reducen al mínimo los riesgos, los costos estarán dentro del presupuesto estipulado y el cronograma del proyecto se logrará cumplir según lo planteado. Lo anteriormente dicho se cumple durante el proceso de aplicación e integración de las distintas etapas identificadas para el proyecto. Una de las grandes ventajas de la Gerencia de Proyectos es que independientemente del campo de estudio o tamaño del proyecto, puede aplicarse para aumentar la probabilidad de alcanzar los objetivos de este.

### **2.3.1 Organizaciones Profesionales en la Gerencia de Proyectos**

Actualmente existen un conjunto de organizaciones que brindan una formación profesional en Gerencia de Proyectos, así como principios, herramientas y técnicas para aplicar en los proyectos y lograr los objetivos de estos. Entre estas organizaciones se resaltan dos: Project Management Institute “PMI” y Association for Project Management “APM”.

**2.3.1.1 Project Management Institute (PMI).** PMI es una organización americana internacional que asocia a profesionales para la gerencia de proyectos [1]. Hoy en día esta organización es la más grande del mundo especializada en esta disciplina puesto que tienen más de 600.000 miembros activos generando conocimiento y expandiendo esta disciplina en diferentes países [1]. El Project Management Institute se caracteriza por tener tres objetivos principales: Formular estándares profesionales, generar conocimiento a través de la investigación y promover la Gestión de Proyectos como profesión a través de sus programas de certificación [17].

Uno de los grandes avances y aportes del PMI es la Guía del PMBOK; esta guía es un recurso alternativo para la gestión eficaz de los proyectos en cualquier industria [18]. El PMBOK contiene los fundamentos de la Gestión de Proyectos más conocidos como buenas prácticas. Su última edición fue entregada en el año 2017 y es el único estándar ANSI (Instituto Nacional Estadounidense de Estándares) de la gerencia de proyectos.

**2.3.1.2 Association For Project Management (APM Group).** Es una organización inglesa creada por la entidad pública inglesa OGC (Office of Government Commerce) que gestiona la certificación Projects in Controlled Environments (PRINCE2) que en español significa “Proyectos en Entornos Controlados” [17]. PRINCE2 que cubre gestión de la administración, control y organización del proyecto. Aunque inicialmente fue creado y desarrollado

específicamente para proyecto de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), en la actualidad, con su última versión, este método es aplicable para gestionar cualquier tipo de proyecto.

### ***2.3.2 Beneficios de Aplicación de la Gerencia de Proyectos***

La aplicación de los principios de la Gerencia de proyecto se cita ampliamente como factor que aumenta la probabilidad de tener un cierre del proyecto dentro del tiempo, presupuesto y a satisfacción de todos los involucrados [3] [7] [8] [9] [10]. Esto se sustenta debido a que esta disciplina se ocupa de la planificación y coordinación del proyecto durante todo el ciclo de vida de este, con el fin de cumplir las metas propuestas en este.

Las ventajas de aplicar la Gestión de proyectos han sido expresadas por diversos autores y de estas se pueden resaltar:

- Aclara las metas y objetivos del proyecto.
- Los procesos de trabajo son más eficientes y eficaces.
- Mayor flexibilidad y adaptación en proyectos de diferentes áreas.
- Mayor precisión en la planificación, la identificación y la gestión de los riesgos, desafíos y complejidad del proyecto.
- Asegura un mayor grado de estandarización.
- Se identifican funciones y responsabilidades claras, logrando así mayor comunicación.
- Optimiza los resultados y productos del proyecto.

El principal beneficio y/o ventaja de la aplicación de esta disciplina, es que la planificación sirve de base para ejecutar, vigilar y controlar el progreso del proyecto y el consumo de recursos

durante la ejecución de este [6] y como todos los proyectos de investigación son únicos, la gerencia de proyectos se ajusta a las necesidades de cada uno y aun así cumple su función direccional.

## **2.4 Gerencia de Proyectos en Investigación de Pregrado**

Al momento que el estudiante inicia su investigación de Pregrado, necesita organizar y crear sus etapas de ejecución teniendo en cuenta hasta qué punto llegará con esta, los costos que se presentarán y el tiempo que empleará en cada una de dichas etapas, con el fin de lograr los objetivos de su investigación. En el año 2008 Mengel determinó que el estudiante no suele aprovechar la gerencia de proyectos para el desarrollo de su proyecto de grado, ya que carecen de experiencias de vida y trabajo entorno a esta disciplina [19].

Chin y Spowage en el 2008 expuso que a pesar de la relativa “sencillez” de los proyectos de grado de estudiantes universitarios, estos están compuestos por elementos que los proyectos de gran escala también poseen, refiriéndose a las partes interesadas, productos finales, interacción con proveedores y tener que funcionar dentro de los sistemas de organización [20]. Con base a lo anterior estos autores determinan que los fundamentos de la gestión de proyectos pueden ser aplicados al desarrollo del proyecto de grado.

La Gerencia de Proyectos le brinda al estudiante los conocimientos, herramientas y técnicas que aumentan significativamente el éxito del proyecto en todas sus etapas, es decir, desde el inicio hasta su respectivo cierre.

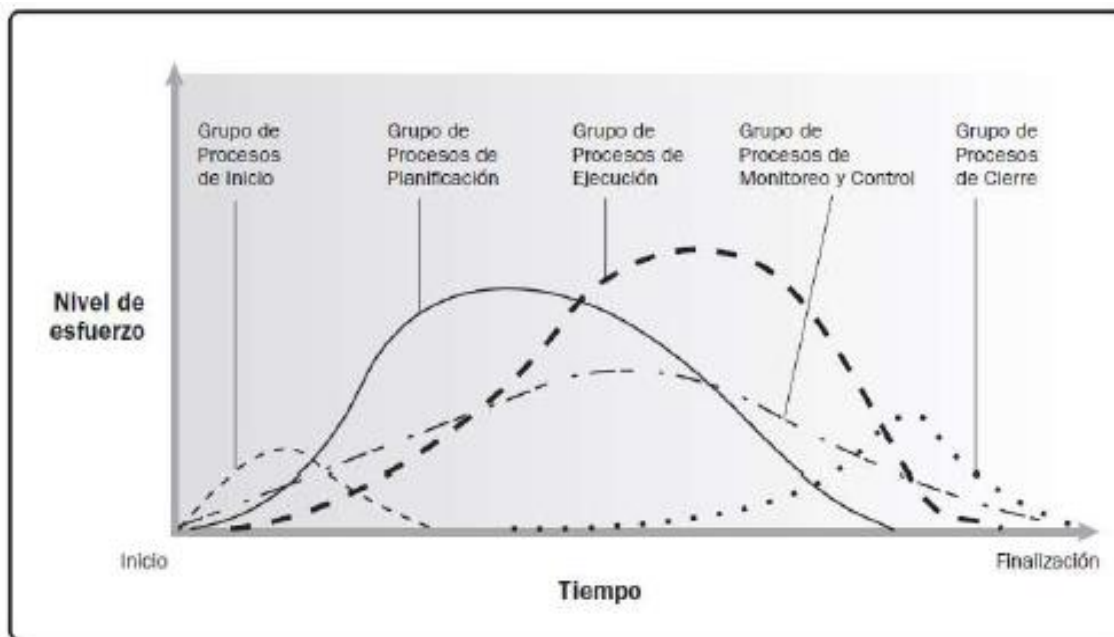
## **2.5 Lineamientos del Project Management Institute**

El Project Management Institute “PMI” es la organización con mayor posicionamiento a nivel mundial de lo que respecta a la disciplina de la Gerencia de Proyectos, brindando un

documento estándar de buenas prácticas que actualmente se implementa en el desarrollo de proyectos de diferentes escalas e industrias. Este documento abarca no solo conceptualización de lo que es Gerenciar un Proyecto sino a su vez establece unos grupos de procesos que independientemente del tipo de proyecto, se encuentran dentro del ciclo de vida de este.

Así entonces, los grupos de procesos que establece PMI son empleados para cumplir con los objetivos del proyecto, en total son cinco conocidos como Grupo de Procesos de Inicio, Grupo de Procesos de Ejecución, Grupo de Procesos de Monitoreo y Control y Grupo de Procesos de Cierre, así mismo, cada uno de estos cinco procesos está compuesto de una o varias de las diez áreas de conocimiento de la Gerencia de Proyectos, las cuales se emplean comúnmente al momento de desarrollar y organizar un proyecto. Es labor del Director definir la interacción de estos, es decir, si estos procesos se emplearán una única vez, periódicamente o de manera continua en todo el proyecto, en la figura 1 se muestra un ejemplo de interacción de estos procesos.

**Figura 1.** *Ejemplo de Interacciones entre los Grupos de Procesos dentro de un Proyecto.*



Fuente: Guía PMBOK Versión 6 (PMI, 2017).

### ***2.5.1 Grupos de Procesos y Áreas de Conocimiento del Project Management Institute***

Los Grupos de Procesos, como se dijo anteriormente, son en total cinco y están relacionados el uno con el otro, de tal forma que las salidas de algunos de ellos constituyen las entradas de los otros [17]. La iteración y forma de aplicación de cada uno de estos procesos depende de la complejidad del proyecto, es por esto por lo que se precisa realizar un análisis de este con el fin de esclarecer aquellos procesos indispensables para el éxito del proyecto y descartar aquellos que no aportan mayor beneficio para el proyecto.

El PMI define los Grupos de Procesos como etapas de desarrollo de las áreas de conocimiento así [1]:

- Grupo de Procesos de Inicio: Son aquellos procesos realizados para definir un nuevo proyecto o nueva fase de un proyecto existente al obtener la autorización para este.
- Grupo de Procesos de Planificación: Procesos requeridos para establecer el alcance del proyecto, refinar los objetivos y definir el curso de acción requerido para alcanzar los objetivos propuestos del proyecto.
- Grupo de Procesos de Ejecución: Son los procesos realizados para completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto a fin de satisfacer los requisitos del proyecto.
- Grupo de Procesos de Monitoreo y Control: Procesos requeridos para hacer seguimiento, analizar y regular el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y tomar medidas en el asunto.
- Grupos de Procesos de Cierre: Procesos llevados a cabo para completar o cerrar formalmente un proyecto, fase o contrato

Las diez áreas de conocimiento de la Gerencia de Proyectos son campos de especialización que el Project Management Institute plantea como aplicables a lo largo del proyecto [18], estas son:

- Gestión de la Integración del Proyecto. Incluye los procesos y actividades para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de gerencia de proyectos dentro de los Grupos de Procesos.
- Gestión del Alcance del Proyecto. Incluye los procesos para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido, y únicamente el trabajo requerido, para completar el proyecto con éxito.
- Gestión del Cronograma del Proyecto. Incluye los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto a tiempo.
- Gestión de los Costos del Proyecto. Incluye los procesos involucrados en planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.
- Gestión de la Calidad del Proyecto. Incluye los procesos para incorporar la política de calidad de la organización en cuanto a la planificación, gestión y control de los requisitos de calidad del proyecto y el producto, a fin de satisfacer las expectativas de los interesados.
- Gestión de los Recursos del Proyecto. Incluye los procesos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión exitosa del proyecto.
- Gestión de las Comunicaciones del Proyecto. Incluye los procesos requeridos para garantizar que la planificación, recopilación, creación, distribución, recuperación,

gestión, control, monitoreo y disposición final de la información del proyecto sean oportunos y adecuados.

- Gestión de los Riesgos del Proyecto. Incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión, identificación, análisis, planificación de respuesta, implementación de respuesta y monitoreo de los riesgos del proyecto.
- Gestión de las Adquisiciones del Proyecto. Incluye los procesos necesarios para comprar o adquirir productos, servicios o resultados que es preciso obtener fuera del equipo del proyecto.
- Gestión de los Interesados del Proyecto. Incluye los procesos requeridos para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto, para analizar las expectativas de los interesados y su impacto en el proyecto, y para desarrollar estrategias de gestión adecuados a fin de lograr la participación eficaz de los interesados en las decisiones y en la ejecución del proyecto.

### ***2.5.2 Herramientas y Técnicas del Project Management Institute***

Las herramientas de Gerencia de Proyectos son instrumentos que facilitan el cumplimiento y superación de los requisitos planteados para el proyecto, varios autores describen que el uso adecuado de estas herramientas aumenta las probabilidades de éxito del proyecto [4] [8] [10], aun así, esto solo es posible si el gerente del proyecto, en este caso el estudiante, comprende la naturaleza del proyecto y es capaz de aplicar la herramienta.

No hay un acuerdo universal sobre lo que constituye una herramienta de gestión de proyectos completa pero es claro que en definitiva no se trata solo de plantillas, formularios y listas de verificación [21] aunque generalmente lo contendrá, la herramienta también identifica enfoques

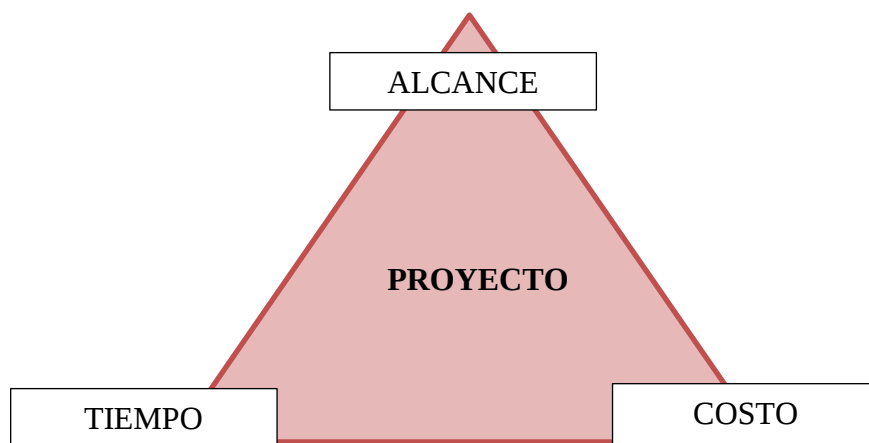
específicos para gestionar cada aspecto del proyecto en forma de procedimientos, normas y reglamentos generales y específicos para garantizar la calidad y el control [10] [7]. Además, proporciona un medio para identificar los riesgos y oportunidades asociados con el producto. En un sentido más amplio, un PMM incluye una amplia gama de áreas de conocimiento, un conjunto de herramientas y técnicas para apoyar y gestionar proyectos [8] [10].

El PMI plantea las técnicas como el conjunto de saberes aplicados para desarrollar un proceso, actividad, etc, mientras que la herramienta es el instrumento aplicado para realizar dicho proceso/actividad [22]. Por ejemplo, una técnica para la recopilación de requisitos de los stakeholders es la encuesta, en este caso, la herramienta aplicada sería el cuestionario para realizar la encuesta a los stakeholders.

## 2.6 Triple Restricción de un Proyecto

Todo proyecto está limitado por tres restricciones básicas para su ejecución: tiempo, costos y alcance. El tiempo en un proyecto representa su duración, el costo el valor económico que se va a invertir en los recursos necesarios y el alcance representa el objetivo final del proyecto [23]. Cada vez que alguno de estos componentes de la triple restricción se modifique, es necesario medir y evaluar el impacto sobre los otros dos componentes puesto que son interdependientes, pero esto no significa que no se pueda fijar con prioridad alguno de estos, lo realmente importante es encontrar el balance entre los tres componentes sin alterar los objetivos previstos para el proyecto.

**Figura 2.** *Triple Restricción de un Proyecto.*



### 3. Metodología

La metodología propuesta se basa en tres fases necesarias para alcanzar el objetivo general del mismo (Ver Figura 3), haciendo énfasis en el desarrollo de la Gestión del Alcance, Tiempo y Costo de los proyectos, puesto que estos tres componentes son los que representan mayor incidencia en la ejecución de proyectos de cualquier tipología.

Las fases se plantearon en relación con los objetivos específicos formulados a fin de lograr el objetivo principal de este proyecto, el cual es la elaboración de una herramienta de apoyo para que el estudiante desarrolle la gerencia de su proyecto de grado bajo los lineamientos de la triple restricción del PMI. En la Fase 1 se identificó la Revisión Literaria, en la Fase 2 se describió el procedimiento planteado para la herramienta y finalmente en la Fase 3 se formuló la Herramienta Final.

**Figura 3.** Fases de la Metodología Realizadas en la Ejecución del proyecto.



### 3.1 Fase 1: Revisión Bibliográfica

En esta primera parte de la metodología se realizaron todas las actividades necesarias para documentar la revisión de literatura sobre el uso de la gestión de proyecto como herramienta para el desarrollo del proyecto de grado del estudiante; dentro de estas actividades se realizó:

#### 3.1.1 Establecimiento de la Terminología de Búsqueda Pertinente

Para definir la terminología de búsqueda se utilizaron herramientas como lo son los ejes conceptuales, tesauros y palabras clave, obteniendo así lo siguiente:

- Ejes Conceptuales: Gerencia de Proyectos – Principios de la Gerencia de Proyectos – Proyectos Investigativos – Técnicas de Gerencia de Proyectos – Project Management Institute – Triple Restricción – Alcance – Costo – Tiempo – Investigación.
- Tesauros: Diseño de Proyectos, Evaluación de Proyectos, Implementación de Proyectos, Selección de Proyectos, Proyectos de Desarrollo y Gestión, Gestión de la Investigación.
- Palabras Clave: Proyectos, Gerencia de Proyectos, Investigación, Técnicas de Gerencia de Proyectos, Principios de Gerencia de proyectos, Gestión de investigación.

#### 3.1.2 Creación de las Ecuaciones de Búsqueda

Las ecuaciones de búsqueda que se utilizaron para la revisión bibliográfica se muestran en la figura 4 respectivamente.

**Figura 4.** Ecuación de búsqueda número uno.

**((("research" OR "inquiry" OR "investigation") AND ("project") AND ("management") AND ("methodology" OR "instrument" OR "tool"))).**

Con esta ecuación de búsqueda se encontró resultados relevantes para la investigación, pero al filtrar en la base de datos por palabras clave se obtuvo mejores resultados. Palabras Clave: Metodología de Gestión de Proyectos – Gestión de Proyectos – Investigación.

**Figura 5.** Ecuación de búsqueda número dos.

**((("research"OR "inquiry" OR "investigation" OR "theses")AND("project management") AND ("PMI") AND ("methodology" OR "instrument" OR "tool" OR "techniques"))).**

Teniendo en cuenta que la herramienta se formulará bajo los lineamientos del Project Management Institute “PMI”, se agregó este término a la ecuación de búsqueda. Palabras clave: Project Management - Project Management Tools - Project Governance - PMBOK - Research Methodologies.

**Figura 6.** Ecuación de búsqueda número tres.

**((("research" OR "inquiry" OR "investigation" OR "Degree projects" OR "theses") AND ("project management") AND ("PMI") AND ("methodology" OR "instrument" OR "tool" OR "techniques") AND ("Students"))).**

En las búsquedas pasadas se encontró artículos con buena información, pero se identificó la necesidad en enfocar que fueran investigaciones de estudiantes, por esto se agregó los términos “Degree projects” y “Students” en la ecuación de búsqueda.

### ***3.1.3 Realización de Búsqueda Bibliográfica y Selección de Documentos Relevantes***

Se realizó la búsqueda con ayuda de las bases de datos brindadas por la Universidad, tales como Scopus y Web of Science, y se seleccionaron los documentos donde su metodología se fundamentara en los lineamientos del PMI y las buenas prácticas de la Gerencia de Proyectos. Los documentos seleccionados se encuentran en el apéndice A adjunto al documento en cuestión.

### ***3.1.4 Clasificación de los Documentos Según lo que Aportaron al Proyecto***

Para realizar la clasificación de los documentos seleccionados se aplicaron algunos criterios con el fin de resaltar factores de cada uno de ellos. Dentro de esta clasificación se determinó el año de publicación, los autores, el objetivo del documento, la metodología o principios gerenciales que aplicaron y los resultados que se obtuvieron mediante dicha metodología. Cada uno de estos criterios se encuentran en el archivo Excel del apéndice A.

### ***3.1.5 Documentación de la Información Adquirida en la Revisión***

En el Apéndice A del proyecto en cuestión se documentó mediante un análisis de datos, la información encontrada en la revisión de literatura. Cada artículo fue clasificado según autores, año de publicación, objetivo, metodología y resultados, esto con el fin de identificar los artículos base del proyecto.

## **3.2 Fase 2: Descripción del Procedimiento Planteado**

Durante esta fase se planteó, en términos generales, el proceso para que el estudiante gerencie de forma efectiva su proyecto de grado; se describió teniendo en cuenta las áreas de énfasis y la revisión literaria realizada en la fase uno. Para esbozar este procedimiento se realizaron las siguientes actividades:

- Contraste del procedimiento encontrado en la revisión bibliográfica con lo que plantea el PMI. La revisión de documentos realizada en la fase 1 permitió hacer un comparativo entre las herramientas y técnicas que la literatura plasma y las que el PMI plantea dentro de sus lineamientos (Ver apéndice B, archivo Excel).
- Definición de cada una de las etapas del procedimiento. Con base a la Gestión del Alcance, Tiempo y Costos, las tres áreas de conocimiento en las que se enmarca el desarrollo del presente proyecto, se plantean las etapas para los diferentes grupos de procesos dentro de los lineamientos del PMI.
- Descripción del procedimiento que conformó la herramienta. Se realizó un primer bosquejo de lo que será la herramienta de apoyo, abarcando los correspondientes grupos de procesos.

### **3.3 Fase 3: Formulación de la Herramienta Alternativo y/o de apoyo**

La fase tres fue la última de toda la metodología, en esta se formuló la herramienta de apoyo para el estudiante especificando las etapas de inicio, planeación, ejecución, monitoreo, control y cierre de los proyectos de grado. Para ejecutar esta fase se realizaron las siguientes actividades:

- Definición de la información correspondiente a cada etapa de la herramienta. Con base a las herramientas y técnicas recolectadas en la fase 1 y 2 se seleccionaron las que más se ajustan al procedimiento estándar de proyectos de grado de los estudiantes de la Universidad Santo Tomás, además, se dio mayor importancia a aquellas que se presentaron con frecuencia en la literatura.

- Formulación de la herramienta gerencial. En la tabla 2 se puede evidenciar la relación entre objetivos con las fases de la metodología y las correspondientes actividades que se desarrollaron durante la ejecución del presente proyecto:

**Tabla 2.** *Relación Objetivos con Fases de Metodología y sus actividades.*

|                                       | OBJETIVO                                                                                                                                                                               | ACTIVIDAD                                                                                                                   | ACTORES                                |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>F<br/>A<br/>S<br/>E<br/><br/>1</b> | Documentar una revisión literaria del uso de la gestión de proyectos del PMI en el desarrollo de un proyecto de grado del estudiante                                                   | Establecimiento de la terminología de búsqueda pertinente.                                                                  | Autora del Presente Proyecto de Grado. |
|                                       |                                                                                                                                                                                        | Creación de las ecuaciones de búsqueda.                                                                                     |                                        |
|                                       |                                                                                                                                                                                        | Realización de búsqueda bibliográfica y selección de documentos relevantes                                                  |                                        |
|                                       |                                                                                                                                                                                        | Clasificación de los documentos según lo que aportaron al proyecto                                                          |                                        |
| <b>F<br/>A<br/>S<br/>E<br/><br/>2</b> | Describir el procedimiento necesario bajo la triple restricción para que el estudiante gestione de forma efectiva su proyecto de grado según las buenas prácticas del PMI.             | Documentación de la información adquirida en la revisión.                                                                   | Autora del Presente Proyecto de Grado. |
|                                       |                                                                                                                                                                                        | Contraste del procedimiento encontrado en la revisión bibliográfica con lo que plantea el PMI.                              |                                        |
|                                       |                                                                                                                                                                                        | Definición de cada una de las etapas del procedimiento.                                                                     |                                        |
| <b>F<br/>A<br/>S<br/>E<br/><br/>3</b> | Formular un documento de apoyo para que los estudiantes en la ejecución de su proyecto de grado utilicen las herramientas y técnicas de las áreas de Alcance, Tiempo y Costos del PMI. | Descripción del procedimiento que conformó la herramienta.                                                                  | Autora del Presente Proyecto de Grado  |
|                                       |                                                                                                                                                                                        | Definición de la información correspondiente a cada etapa de la herramienta.<br><br>Formulación de la herramienta gerencial |                                        |

Adaptado de Formato D-FIC-CG-1 “Contenido Mínimo Documento Final” Comité de Grado Facultad de Ingeniería Civil USTA (2020).

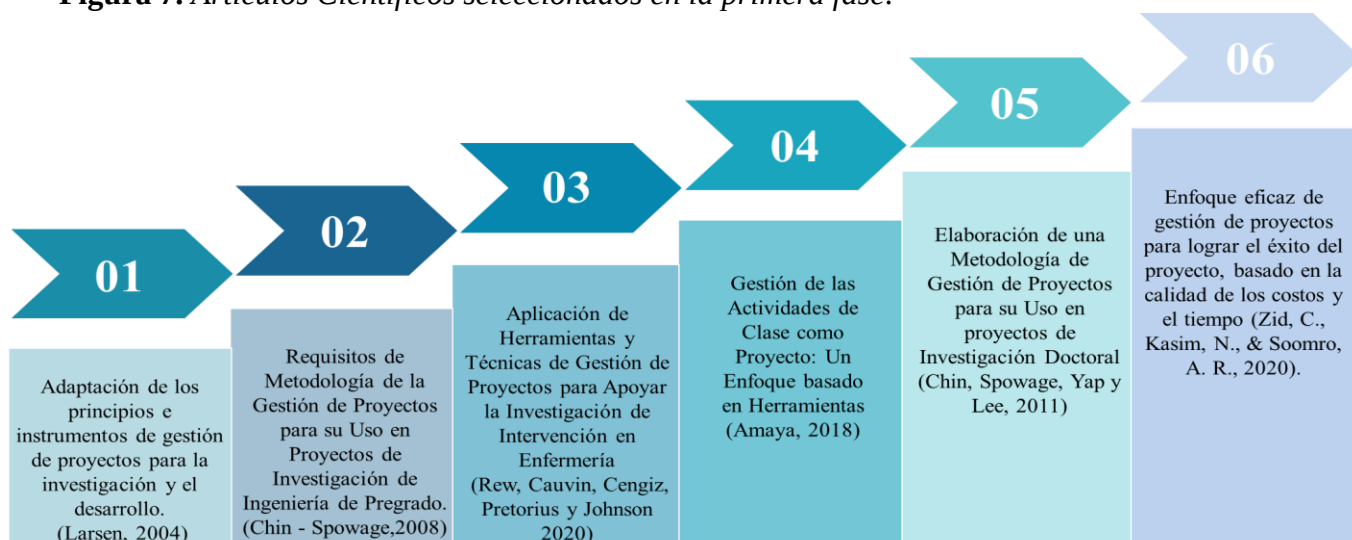
## 4. Desarrollo Metodológico

### 4.1 Fase 1: Revisión Bibliográfica

En el desarrollo de esta primera fase se seleccionaron seis artículos científicos que se pueden observar en la Figura 7, de los cuales tres se tomaron como base para el desarrollo de las fases restantes de la metodología; para seleccionar estos documentos se realizó un cuadro de análisis de datos para identificar información relevante relacionada con el objetivo, metodología y resultados de los artículos seleccionados (Ver Apéndice A, archivo Excel).

Posteriormente, se redujo la lista a tres seleccionados, que contienen información relacionada con las herramientas y técnicas de la gerencia de proyectos aplicadas en el proceso de investigación dentro de la triple restricción del proyecto, además, contienen fundamentos esenciales de planificación tanto en la formulación del Anteproyecto como del Documento de Trabajo Final.

**Figura 7.** Artículos Científicos seleccionados en la primera fase.



A continuación, serán nombrados los tres artículos base, así como la información que se obtuvo al realizar una documentación de la información.

- Elaboración de una Metodología de Gestión de Proyectos para su uso en Proyectos de Investigación Doctoral, escrito por Chin, Spowage, Yap y Lee en el año 2011. En este artículo se encontró la implementación de algunas buenas prácticas de la gerencia de proyectos en la elaboración de proyectos de Investigación en Inglaterra. Los autores ajustaron estas buenas prácticas al proceso institucional que manejan en su población de estudio, resaltando la importancia de los canales de comunicación efectiva con el asesor y la necesidad de crear un plan preliminar de ejecución del proyecto.
- Aplicación de Herramientas y Técnicas de Gestión de Proyectos para Apoyar la Investigación de Intervención en Enfermería, escrito por Rew, Cauvin, Cengiz, Pretorius y Johnson en el año 2020. En el segundo artículo base realizado en Austin – Texas plantean buenas prácticas enfocadas en el análisis de alternativas en la Triple Restricción de Proyectos, además, destacan la importancia de conocer a los interesados y sus requerimientos como factores de éxito del proyecto.
- Enfoque eficaz de gestión de proyectos para lograr el éxito del proyecto, basado en la calidad de los costos y el tiempo, escrito por Zid, Kasim, & Soomro, en el año 2020. Los autores plasman en este artículo cómo el éxito de un proyecto aumenta si se aplican los principios de la Gestión de Proyectos específicamente en la calidad, costos y tiempo. Inicialmente, realizan una revisión de literatura sobre el efecto que tiene la Gestión de Proyectos en el éxito de los mismo, determinan los criterios de éxito, se define la razón por la que se debe dar prioridad a los costos, tiempo y alcance del proyecto y finalmente

define términos y técnicas útiles para el lector, teniendo siempre como objetivo lograr la meta del proyecto a la vez que se satisfacen las expectativas de las partes interesadas.

Para mayor detalle de la información encontrada en estos tres artículos seleccionados respecto a las buenas prácticas de la Gerencia de Proyectos que se ponen en práctica, dirigirse al Apéndice A del archivo Excel adjunto a este proyecto.

#### **4.2 Fase 2: Descripción del Procedimiento Planteado**

El procedimiento fue planteado bajo los lineamientos de la triple restricción del PMI por lo cual las etapas propuestas son:

- **Gestión del Alcance:** La Gestión del Alcance del Proyecto delimita claramente lo que está y lo que no está incluido en el proyecto, lo que significa que una mala delimitación podría encaminar al proyecto hacia el fracaso. Gestionar el alcance del proyecto se enfoca primordialmente en definir y controlar qué se incluye y qué no se incluye en el proyecto.

En la guía PMBOK propuesta por el PMI, la gestión del alcance del proyecto está compuesta por los siguientes procesos:

1. Planificar la Gestión del Alcance.
2. Recopilar Requisitos.
3. Definir el Alcance.
4. Crear la EDT/WBS.
5. Validar el Alcance.
6. Controlar el Alcance.

- **Gestión del Tiempo:** Lograr la concreción de los objetivos del proyecto dentro del plazo especificado es un punto obligatorio para considerar a un proyecto como exitoso. Gestionar el cronograma del proyecto involucra directamente efectuar mediciones de desempeño, para identificar variaciones en forma temprana, planificar para determinar cómo serán gestionadas las variaciones, definir los procedimientos de control de cambios para el cronograma y establecer una línea de base para medir el desempeño del proyecto respecto al cronograma.

Entre los procesos que se plantean en el PMBOK se encuentran:

1. Planificar la Gestión del Cronograma.
  2. Definir las Actividades.
  3. Secuenciar las Actividades.
  4. Estimar la Duración de las Actividades.
  5. Desarrollar el Cronograma.
  6. Controlar el Cronograma.
- **Gestión de los Costos:** La administración financiera de proyectos incluye los procesos necesarios para planificar, estimar y controlar los costos, a fin de que el proyecto pueda ser concluido con el presupuesto acordado. Se enfoca en el costo de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto y en el impacto de las decisiones tomadas en el costo de uso, mantenimiento y soporte de su producto final.  
  
El presupuesto de costos implica sumar los costos individuales estimados para cada actividad, en base a sus necesidades de recursos, con el objeto de definir una línea base de costo para el proyecto. Para esto el PMI planteó un grupo de procesos para gestionar los costos del proyecto de forma efectiva, estos procesos son:

1. Planificar la Gestión de los Costos.
2. Estimar los Costos.
3. Determinar el Presupuesto.
4. Controlar los Costos.

A continuación, en la tabla 3 se representan los procesos para cada una de las áreas de conocimiento según la etapa del ciclo de vida del proyecto en la que incide.

**Tabla 3.** Grupos de Procesos clasificados dentro de las etapas del ciclo de vida del proyecto.

| Áreas de Conocimiento                     | Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos |                                                                                                                                                                                |                                 |                                                |                              |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------|
|                                           | Grupos de Procesos de Inicio                    | Grupos de Procesos de Planificación                                                                                                                                            | Grupos de Procesos de Ejecución | Grupos de Procesos de Monitoreo y Control      | Grupos de Procesos de Cierre |
| <b>Gestión del Alcance del Proyecto</b>   |                                                 | -Planificar la Gestión del Alcance.<br>-Recopilar Requisitos.<br>-Definir el Alcance.<br>-Crear la EDT/WBS,                                                                    |                                 | -Validar el Alcance.<br>-Controlar el Alcance. |                              |
| <b>Gestión del Tiempo del Proyecto</b>    |                                                 | -Planificar la Gestión del Cronograma.<br>-Definir las Actividades.<br>-Secuenciar las Actividades.<br>-Estimar la Duración de las Actividades.<br>-Desarrollar el Cronograma. |                                 | -Controlar el Cronograma.                      |                              |
| <b>Gestión de los Costos del Proyecto</b> |                                                 | -Planificar la Gestión de los Costos.<br>-Estimar los Costos.<br>-Determinar el Presupuesto.                                                                                   |                                 | -Controlar los Costos.                         |                              |

Adaptado de la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Project Management Institute PMI, 2019).

Para la Gestión del Alcance el PMI propone las siguientes herramientas y técnicas: Juicio de expertos, reuniones, entrevistas, grupos focales, talleres facilitados, técnicas grupales de creatividad y toma de decisiones, cuestionarios y encuestas, estudios comparativos, prototipos, diagramas de contexto, matriz de trazabilidad, análisis de documentos, análisis de alternativas, descomposición, inspección, análisis de variación y análisis de tendencias. En la tabla 4 se puede evidenciar la clasificación de estas herramientas y técnicas según el grupo de proceso.

**Tabla 4.** *Herramientas y Técnicas Gestión del Alcance.*

| ÁREA DE CONOCIMIENTO | GRUPOS DE PROCESOS                    | HERRAMIENTAS              | TÉCNICAS                                              |
|----------------------|---------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------|
| ALCANCE              | <i>Planificar Gestión del Alcance</i> | Juicio de Expertos        | Reuniones                                             |
|                      | <i>Recopilar requisitos</i>           | Entrevistas               | Grupos Focales                                        |
|                      |                                       | Talleres facilitados      | Técnicas grupales de creatividad y toma de decisiones |
|                      |                                       | Cuestionarios y Encuestas | Estudios comparativos                                 |
|                      |                                       | Prototipos                | Diagramas de contexto                                 |
|                      |                                       | Matriz de trazabilidad    | Análisis de documentos                                |
|                      | <i>Definir Alcance</i>                | Juicio de Expertos        | Análisis de alternativas                              |
|                      |                                       |                           | Talleres facilitados                                  |
|                      | <i>Crear EDT</i>                      | Descomposición            |                                                       |
|                      |                                       | Juicio de Expertos        |                                                       |
|                      | <i>Validar Alcance</i>                |                           | Técnicas grupales de toma de decisiones               |
|                      |                                       |                           | Inspección                                            |
|                      | <i>Controlar el Alcance</i>           |                           | Análisis de variación                                 |
|                      |                                       |                           | Análisis de tendencias                                |

*Nota:* Estas herramientas y técnicas son propuestas por el Project Management Institute “PMI” y se aplican según la información disponible y elección del Director del proyecto.

Respecto a la Gestión del Tiempo las herramientas y técnicas que propone los lineamientos del PMI son: Juicio de expertos, análisis de alternativas, reuniones, descomposición, planificación gradual, método de diagrama de dependencia, determinar e integrar dependencias, sistemas de información para la dirección del proyecto “PMIS”, adelantos y retrasos, estimación análoga, estimación paramétrica, estimación basada en tres valores, estimación ascendente, técnicas grupales de toma de decisiones, método de la ruta crítica, análisis de escenarios, optimización de recursos, análisis de Monte Carlo, compresión del cronograma, planificación ágil de liberaciones, método del valor ganado “EVM”, revisiones de desempeño y análisis de variación. A continuación en la tabla 5 se encuentran clasificadas las herramientas y técnicas nombradas anteriormente dentro del grupo de procesos que en que aplica.

**Tabla 5.** *Herramientas y Técnicas Gestión del Tiempo.*

| ÁREA DE CONOCIMIENTO | GRUPOS DE PROCESOS              | HERRAMIENTAS                                                  | TÉCNICAS                                |
|----------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| TIEMPO               | Planificar Gestión del Tiempo   | Juicio de Expertos                                            | Reuniones                               |
|                      |                                 |                                                               | Análisis de alternativas                |
|                      | Definir las Actividades         | Descomposición                                                | Planificación gradual                   |
|                      |                                 | Juicio de expertos                                            | Reuniones                               |
|                      | Secuenciar las Actividades      | Método de diagrama de Dependencia                             | Determinar e integrar dependencias      |
|                      |                                 | Sistemas de Información para la Dirección de proyectos (PMIS) | Adelantos y retrasos                    |
|                      | Estimar duración de Actividades | Juicio de Expertos                                            | Estimación análoga                      |
|                      |                                 |                                                               | Estimación paramétrica                  |
|                      |                                 |                                                               | Estimación basada en tres valores       |
|                      |                                 |                                                               | Estimación ascendente                   |
|                      |                                 |                                                               | Análisis de alternativas                |
|                      |                                 |                                                               | Técnicas grupales de toma de decisiones |
|                      |                                 |                                                               | Reuniones                               |

| <i>ÁREA DE CONOCIMIENTO</i> | <i>GRUPOS DE PROCESOS</i>        | <i>HERRAMIENTAS</i>                                           | <i>TÉCNICAS</i>                    |
|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| <i>TIEMPO</i>               | <i>Desarrollar el Cronograma</i> | Método de la ruta crítica                                     | Análisis de escenarios             |
|                             |                                  | Optimización de recursos                                      | Análisis de Monte Carlo            |
|                             |                                  |                                                               | Adelantos y retrasos               |
|                             |                                  | Sistemas de Información para la Dirección de proyectos (PMIS) | Compresión del cronograma          |
|                             |                                  |                                                               | Planificación ágil de liberaciones |
|                             | <i>Controlar el Cronograma</i>   | EVM                                                           | Revisiones de desempeño            |
|                             |                                  |                                                               | Análisis de variación              |
|                             |                                  | Método de la ruta crítica                                     | Análisis de escenarios             |
|                             |                                  | Sistemas de Información para la Dirección de proyectos (PMIS) | Adelantos y retrasos               |
|                             |                                  | Optimización de recursos                                      | Compresión del cronograma          |

*Nota:* Estas herramientas y técnicas son propuestas por el Project Management Institute “PMI” y se aplican según la información disponible y elección del Director del proyecto.

Finalmente para la Gestión de los Costos, el PMI plantea siguientes herramientas y técnicas: Juicio de expertos, análisis de alternativas, reuniones, estimación análoga, sistemas de información para la dirección del proyecto “PMIS”, estimación paramétrica, método de arriba hacia abajo, estimación ascendente, estimación por tres valores, análisis de reserva, costos de la calidad, técnica grupales de toma de decisiones, agregación de costos, análisis de información histórica, conciliación del límite de financiamiento, financiamiento, método de valor ganado “EVM” e índice de desempeño del trabajo por completar. En la tabla 6 se presentan estas herramientas y técnicas en los respectivos grupos de procesos en los que aplica.

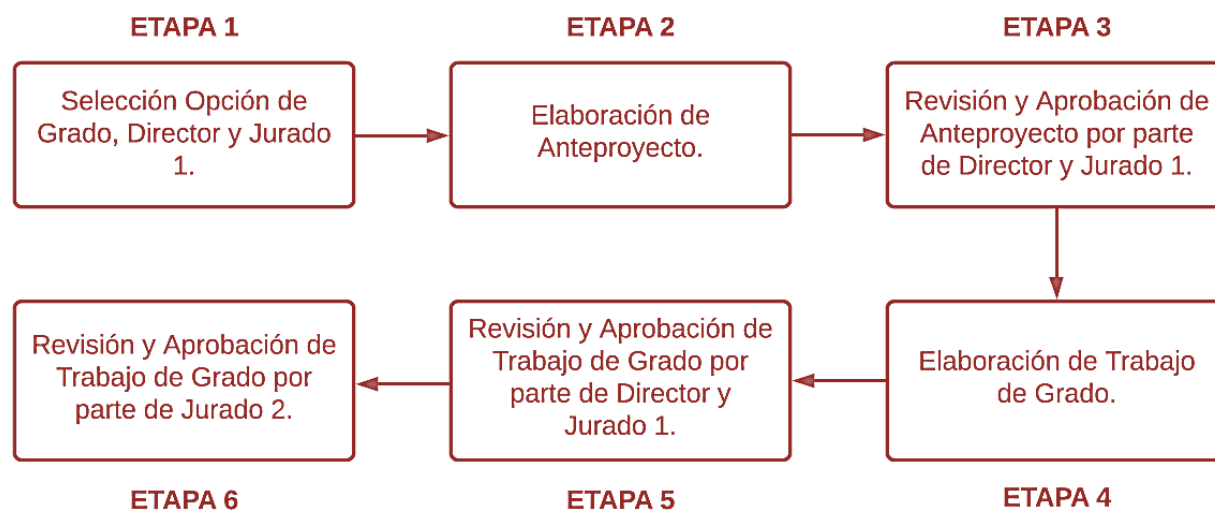
**Tabla 6.** *Herramientas y Técnicas Gestión de los Costos.*

| ÁREA DE CONOCIMIENTO | GRUPOS DE PROCESOS                      | HERRAMIENTAS                                                  | TÉCNICAS                                    |
|----------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| COSTOS               | <i>Planificar Gestión de los Costos</i> | Juicio de Expertos                                            | Reuniones                                   |
|                      |                                         |                                                               | Análisis de alternativas                    |
|                      | <i>Estimar los Costos</i>               | Juicio de expertos                                            | Estimación análoga                          |
|                      |                                         | PMIS                                                          | Estimación paramétrica                      |
|                      |                                         |                                                               | Método de arriba hacia abajo                |
|                      |                                         |                                                               | Estimación ascendente                       |
|                      |                                         |                                                               | Estimación por tres valores                 |
|                      |                                         |                                                               | Análisis de alternativas                    |
|                      |                                         |                                                               | Análisis de reserva                         |
|                      |                                         |                                                               | Costo de calidad                            |
|                      |                                         |                                                               | Técnicas grupales de toma de decisiones     |
|                      | <i>Determinar el Presupuesto</i>        | Juicio de Expertos                                            | Agregación de costos                        |
|                      |                                         |                                                               | Análisis de reserva                         |
|                      |                                         |                                                               | Análisis de información histórica           |
|                      |                                         |                                                               | Conciliación del límite de financiamiento   |
|                      |                                         |                                                               | Financiamiento                              |
|                      | <i>Controlar los Costos</i>             | Juicio de Expertos                                            | Análisis de Reserva                         |
|                      |                                         | EVM                                                           | Índice de Desempeño del Trabajo a Completar |
|                      |                                         | Sistemas de información para la dirección de proyectos (PMIS) |                                             |

*Nota:* Estas herramientas y técnicas son propuestas por el Project Management Institute “PMI” y se aplican según la información disponible y elección del Director del proyecto.

### 4.3 Fase 3: Formulación de la Herramienta Final

El estudiante durante el desarrollo del Proyecto de grado realiza un procedimiento en el que tiene constante revisión, con el fin de alcanzar y cumplir las exigencias de la Universidad para el nivel de Pregrado, este procedimiento se puede observar a continuación en la figura 5 en donde resalta las etapas con sus respectivos nombres y secuencia.

**Figura 8.** *Procedimiento Estándar de desarrollo del Proyecto de Grado.*

Durante la etapa 1 el estudiante desarrolla los componentes relacionados con: Título, Objetivo General y Descripción del proyecto. Así mismo, se propone el director del proyecto y se espera aval del comité con asignación de Jurado 1.

En la etapa 2 se elabora el anteproyecto por lo que el estudiante define los siguientes componentes del proyecto: Título, Formulación del Problema, Objetivo General y Específicos, Justificación, Marco Referencial, Metodología, Cronograma y Recursos.

A continuación, en la etapa 3, el estudiante se dispone a presentar lo ejecutado en la etapa 2 con el fin de pasar el primer filtro que es el Director del proyecto, si este da su aval, el documento será enviado al segundo filtro que es el Jurado 1, de lo contrario, será regresado al estudiante para realizar las debidas correcciones a los componentes desarrollados en la etapa 2. El paso final de esta etapa es definir junto con el Director los informes periódicos que entregará el estudiante para sustentar su avance en el proyecto.

De acuerdo a la modalidad de opción de grado seleccionada, al obtener aprobación del anteproyecto empieza la etapa 4, es decir, la elaboración del Trabajo de Grado; lo que resulta en una de las posibles variaciones que el estudiante puede afrontar en la Universidad Santo Tomás y que es el objetivo de este documento. Si el estudiante o director del proyecto selecciona una modalidad que implique la realización de un documento de grado, por lo general debe desarrollar los componentes relacionados con: Título, Resumen y Palabras Clave, Introducción, Formulación del Problema, Objetivo General y Específicos, Justificación, Marco Referencial, Metodología, Desarrollo Metodológico, Resultados e Impacto, Conclusiones, Recomendaciones y Referencias.

En la etapa 5 se realiza el mismo proceso que en la etapa 3 pero a lo que refiere con el Trabajo de Grado final. Si se obtiene aval de los dos primeros filtros, se asigna el tercero (Jurado 2) para así finalmente llegar a la etapa 6 donde se culmina el proceso de ejecución del proyecto mediante la validación del Jurado 2.

#### ***4.3.1 Gestión del Alcance***

Para la Gestión del Alcance de los Proyectos de Grado se plantean buenas prácticas adicionales a las existentes en el proceso de grado, tales como: Reuniones, Encuestas, Matriz de trazabilidad de requisitos, Estructura de desglose de Trabajo “EDT” y Análisis de variación; estas fueron seleccionadas teniendo en cuenta lo encontrado en la literatura. En la figura 9 se puede observar algunos de los grupos de procesos pertenecientes al área de gestión del alcance, en qué casos y procesos de la Universidad, particularmente la Facultad de Ingeniería Civil aplican estas buenas prácticas propuestas y las razones que sustentan estas propuestas; la evaluación se realizó en las tres áreas de conocimiento del PMI trabajadas en la ejecución del presente proyecto, para

mayor énfasis dirigirse al Apéndice A del archivo Excel adjunto a este proyecto. Es relevante aclarar que esta evaluación se puede extrapolar a otras facultades de la Universidad.

**Figura 9.** Muestreo de Buenas prácticas de la Gerencia de Proyectos propuestas para la Gestión del Alcance.

| ÁREAS DE CONOCIMIENTO | GRUPOS DE PROCESOS                    | SEGÚN LA UNIVERSIDAD PARTE QUE APLICA PARA LA REALIZACIÓN DE PROYECTOS                                                                                                                     | ¿QUÉ HACE FALTA?                                                          | HERRAMIENTA GERENCIAL QUE APLICA PARA INVESTIGACIÓN                                                                                | RAZÓN POR LA QUE APLICA                                                                                            |
|-----------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ALCANCE               | <i>Planificar Gestión del Alcance</i> | <b>Formatos:</b> F-FIC-CG-001 - F-FIC-CG-003 - F-FIC-CG-004 - F-FIC-CG-005 - Documento Final CRAI<br><b>Componentes anteproyecto:</b> Título.<br><b>Componentes informe final:</b> Título. | Definir desde el inicio qué abarcará y qué no el desarrollo del proyecto. | <b>Reuniones:</b> Pedirle al asesor del proyecto que redacte un texto preliminar sobre la planificación de la gestión del alcance. | Las reuniones con el asesor ayudan a definir y limitar el proyecto.                                                |
|                       | <i>Recopilar requisitos</i>           | <b>Formatos:</b> F-FIC-CG-004 - Documento Final CRAI<br><b>Componentes anteproyecto:</b> Justificación.<br><b>Componentes informe final:</b> Justificación.                                | Conocer las expectativas de los grupos de interés del proyecto.           | <b>Encuestas:</b> Preguntas específicas a los interesados sobre expectativas del proyecto.                                         | Obtener información sobre lo que esperan los interesados del proyecto es importante para definir el éxito de este. |

**4.3.1.1 Reuniones.** Con respecto a las reuniones, a pesar de que la Universidad resalta la importancia de las reuniones entre investigador-asesor, se recomienda como buena práctica del PMI que el asesor del proyecto durante estas reuniones redacte un texto inicial sobre la planificación de la gestión del alcance y más adelante en conjunto con el estudiante redactar

finalmente el alcance del proyecto, esto no quiere decir que el asesor sea el que propone el alcance, por el contrario, lo que se recomienda es que el estudiante defina el alcance preliminarmente y el asesor a su vez lo realice para que, mediante las reuniones, logren establecer un acuerdo según lo establecido por los dos. Es importante definir desde el inicio el alcance del proyecto para así limitarlo y darle una ejecución direccional (Ver pág. 7 del Apéndice C: Herramienta de Apoyo).

**4.3.1.2 Encuestas.** Otra buena práctica que se plantea son las encuestas como herramienta para la recopilación de los requisitos de los stakeholders del proyecto. En el componente de Justificación el estudiante debe señalar cómo el proyecto afecta a los stakeholders por esto se propone esta herramienta gerencial, además, la literatura demuestra que conocer las expectativas de estos aumenta la posibilidad de éxito del proyecto (Ver pág. 9 del Apéndice C: Herramienta de Apoyo).

**4.3.1.3 Matriz de Trazabilidad de Requisitos.** es otra herramienta gerencial que se propone para la recopilación de requisitos que abarcaría la información recolectada con las encuestas puesto que esta buena práctica relaciona la satisfacción del requerimiento con la actividad o producto ejecutada en el proyecto (Ver pág. 11 del Apéndice C: Herramienta de Apoyo).

**4.3.1.4 Estructura de Desglose de Trabajo “EDT”.** En el componente del trabajo de grado denominado “Metodología” es necesario desglosar las actividades necesarias para ejecutar el proyecto, con el fin de darle una secuencia y evidenciar las respectivas subdivisiones y productos de estas para finalmente validar su cumplimiento, por ello se propone la estructura de desglose de

Trabajo “EDT” como herramienta gerencial. La EDT define el alcance del proyecto en relación a los entregables de este y la descomposición de estos entregables a través de paquetes de trabajo (Ver pág. 13 del Apéndice C: Herramienta de Apoyo).

**4.3.1.5 Análisis de Variación.** Finalmente para la Gestión del Alcance del Proyecto se propone como buena práctica gerencial el análisis de variación puesto que hace falta realizar un monitoreo y control a cada avance que se realiza durante el proyecto, no solo de los grandes entregables; esto con el fin de tomar medidas y evitar que el proyecto se desvíe. El análisis de variación es una técnica que permite visibilidad de errores en la ejecución del proyecto para así tomar medidas correctivas o preventivas según corresponda (Ver pág. 16 del Apéndice C: Herramienta de Apoyo).

#### ***4.3.2 Gestión del Tiempo***

Revisando lo encontrado en la literatura la herramienta más aplicada en la Gestión del Tiempo es el Diagrama de Gantt mediante el método de precedencias PDM, sin embargo, hace falta plantear más para los diferentes grupos de procesos del PMI. Es entonces que se plantean las siguientes para el desarrollo de los proyectos de grado: Reuniones, Identificación de las actividades desde la Estructura de Desglose de Trabajo “EDT”, Diagrama de precedencia PDM, Técnicas Grupales de Toma de Decisiones, Método de la ruta crítica y Revisión de Desempeño Mediante la Ruta Crítica.

. En la figura 10 se puede observar en qué casos y procesos de la Universidad aplican estas buenas prácticas propuestas en algunos de los grupos de procesos de la gestión del tiempo.

**Figura 10.** Muestreo de Buenas prácticas de la Gerencia de Proyectos propuestas para la Gestión del Tiempo.

| ÁREAS DE CONOCIMIENTO | GRUPOS DE PROCESOS                   | SEGÚN LA UNIVERSIDAD PARTE QUE APLICA PARA LA REALIZACIÓN DE PROYECTOS                                                                                                                                    | QUÉ HACE FALTA?                                                                                                                                                                         | HERRAMIENTA GERENCIAL QUE APLICA PARA INVESTIGACIÓN                                                                                                       | RAZÓN POR LA QUE APLICA                                                                                                     |
|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>TIEMPO</b>         | <i>Planificar Gestión del Tiempo</i> | <b>Formatos:</b> F-FIC-CG-004<br><b>Componentes anteproyecto:</b> Cronograma o Flujograma                                                                                                                 | Darle la utilidad correcta al cronograma durante la ejecución del proyecto.                                                                                                             | <b>Reuniones con asesor:</b> El asesor junto con el estudiante deben planear su cronograma de ejecución de la investigación ya sea en excel o en Project. | Las reuniones con el asesor ayudan a establecer los tiempos para las actividades propuestas para la ejecución del proyecto. |
|                       | <i>Definir las Actividades</i>       | <b>Formatos:</b> F-FIC-CG-004 - D-FIC-CG-1.<br>MÍNIMA INFO PROYECTO - Documento Final CRAI<br><b>Componentes anteproyecto:</b> Metodología<br><b>Componentes Informe final:</b> Desarrollo de Metodología | Ver cuál es el alcance de todo el proyecto en una solo gráfico facilitando la comprensión de cualquier persona, con lo cual se vuelve una herramienta de comunicación de gran utilidad. | <b>EDT/Diccionario EDT:</b> Mediante la revisión de la EDT definir los paquetes de trabajo a realizar.                                                    | Mediante la Estructura de desglose de trabajo se pueden definir los entregables a realizar en el proyecto.                  |

**4.3.2.1 Reuniones.** Esta buena práctica es apoyada por la Universidad con el fin de mantener la ejecución del proyecto dentro del tiempo estimado, sin embargo, el componente del

cronograma se trabaja solo en el documento de Anteproyecto y después el estudiante no suele seguirlo y es donde se presentan los retrasos del proyecto; por esto PMI plantea que mediante las reuniones entre investigador-asesor planee, defina, secuencie y controle la gestión del tiempo del proyecto y así darle la utilidad correcta al cronograma durante la ejecución (Ver pág. 18 del Apéndice C: Herramienta de Apoyo).

#### **4.3.2.2 Identificación de las Actividades desde la Estructura de Desglose de Trabajo**

**“EDT”.** Definir de forma correcta las actividades a realizar durante las ejecución del proyecto aumenta el éxito de este; el estudiante con su poca experiencia en investigación tiene a su asesor como único recurso de apoyo para definirlos. La descomposición de la estructura de desglose de trabajo o EDT es una de las herramientas que PMI propone como buena práctica para definir las actividades del proyecto. Esta herramienta permite visualizar el alcance de todo el proyecto en una solo gráfico, así mismo, debido a sus características la EDT se vuelve una herramienta de comunicación de gran utilidad (Ver pág. 20 del Apéndice C: Herramienta de Apoyo).

**4.3.2.3 Diagrama de Precedencia PDM.** Generalmente es el asesor quién con su experiencia en investigación apoya al estudiante en la definición, secuencia, tiempo y recursos de las actividades necesarias para ejecutar por completo el proyecto; con base a esto el estudiante desarrolla componentes como la metodología y el desarrollo metodológico. En este escenario PMI plantea como herramienta el diagrama de precedencia o PDM, esta permite reconocer a simple vista la dependencia entre actividades y calcular de forma ágil los tiempos que va a consumir la ejecución del proyecto (Ver pág. 22 del Apéndice C: Herramienta de Apoyo).

**4.3.2.4 Técnicas Grupales de Toma de Decisiones.** En el proceso de formulación del anteproyecto, la duración de las actividades a ejecutar se estiman por lo general basándose en experiencia o intentando un acercamiento a cada actividad mediante una duración esperada; las técnicas grupales de toma de decisiones que proporciona un mayor acercamiento a la duración esperada al tener en cuenta la experiencia del asesor en investigación, despejando así el grado de incertidumbre que comúnmente existe en estas estimaciones (Ver pág. 24 del Apéndice C: Herramienta de Apoyo).

**4.3.2.5 Método de la Ruta Crítica.** La ejecución de las actividades se ve reflejada en el desarrollo metodológico y los resultados del Documento de Trabajo Final del proyecto; al desarrollo del cronograma se le realiza un seguimiento mediante la definición de entregables que se pactan entre el asesor e investigador que en este caso es el estudiante, sin embargo, no se determina aquellas actividades críticas para el proyecto. PMI plantea el método de la ruta crítica para estimar la duración mínima del proyecto y determinar qué actividades tiene mayor prioridad debido al riesgo que se puede correr si no se realiza en el tiempo planteado, esto es necesario puesto que en el desarrollo de las actividades es importante determinar las que inciden en el tiempo estimado para el proyecto (Ver pág. 26 del Apéndice C: Herramienta de Apoyo).

**4.3.2.6 Revisión de Desempeño Mediante la Ruta Crítica.** El componente del Documento de Trabajo Final conocido como resultados es uno de los últimos en determinar y lograr hacerlo en la fecha y tiempo estimado depende del desempeño del cronograma; el PMI recomienda como buena práctica la revisión de desempeño mediante la ruta crítica para revisar qué tan bien se está desarrollando de las actividades del proyecto. Esta herramienta permite,

mediante la ruta crítica, evaluar el desempeño del cronograma revisando lo propuesto en la duración de las actividades y determinar el estado de este mismo (Ver pág. 29 del Apéndice C: Herramienta de Apoyo).

#### 4.3.3 Gestión de los Costos

Para la Gestión de los Costos de los Proyectos de Grado se plantean las siguientes buenas prácticas para los diferentes procesos: Reuniones, Estimación de Costos Mediante Reuniones, Agregación de Costos y el Método del Valor Ganado “EVM”. La información obtenida en la revisión de literatura sobre las herramientas de Gestión de los Costos presentó inclinación hacia el Método del Valor Ganado y por esto se propone como herramienta de control de los costos. En la figura 11 se presenta un muestreo de las buenas prácticas que se plantean, en qué grupos de proceso aplican, en qué componentes del proyecto aplica y por qué razón.

**Figura 11.** Muestreo de Buenas prácticas de la Gerencia de Proyectos propuestas para la Gestión de los Costos.

| ÁREAS DE CONOCIMIENTO | GRUPOS DE PROCESOS               | SEGÚN LA UNIVERSIDAD PARTE QUE APLICA PARA LA REALIZACIÓN DE PROYECTOS                                                                                                                                        | QUÉ HACE FALTA?                                                    | HERRAMIENTA GERENCIAL QUE APLICA PARA INVESTIGACIÓN                                                                                                        | RAZÓN POR LA QUE APLICA                                                                                                                                                        |
|-----------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| COSTO                 | Planificar Gestión de los Costos | <b>Formatos:</b> F-FIC-CG-004 - D-FIC-CG-1.<br><b>MÍNIMA INFO PROYECTO</b> - Documento Final CRAI<br><b>Componentes anteproyecto:</b> Recursos - Metodología<br><b>Componentes Informe final:</b> Metodología | Relación entre el recurso de cada actividad y su respectivo costo. | <b>Reuniones con asesor:</b> Realizar un cuadro donde se relacionen los recursos a implementar en cada actividad que se realizará con su respectivo costo. | El asesor con su experiencia y conocimiento puede ayudar planificar cómo se organizarán los costos que devengarán la ejecución de las actividades planteadas para el proyecto. |

|  |                           |                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                           |
|--|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <i>Estimar los Costos</i> | <b>Formatos:</b> F-FIC-CG-004 - D-FIC-CG-1.<br>MÍNIMA INFO PROYECTO - Documento Final CRAI<br><b>Componentes anteproyecto:</b> Recursos - Metodología<br><b>Componentes Informe final:</b> Metodología | Establecer el costo para cada recurso necesario en las diferentes actividades planteadas en el cronograma del proyecto. | <b>Reuniones con asesor:</b> con base a la experiencia y el conocimiento del asesor, estimar el costo de los diferentes recursos planteados para la ejecución de la investigación. | El asesor con su experiencia y conocimiento puede ayudar a estimar los costos que devengarán la ejecución de las actividades planteadas para el proyecto. |
|--|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**4.3.3.1 Reuniones.** En el proceso de ejecución del proyecto se realizan reuniones entre los integrantes del equipo de trabajo del proyecto; PMI recomienda que dentro de estas reuniones se planifique la gestión de los costos, en el que se relacionen los recursos de cada actividad con su respectivo costo. Esta planificación es fundamentada bajo el conocimiento y experiencia del asesor como guía del investigador. De igual forma, las reuniones permiten estimar los costos para cada uno de los recursos propuestos para la ejecución de cada actividad del cronograma del proyecto (Ver pág. 31 y 33 del Apéndice C: Herramienta de Apoyo).

**4.3.3.2 Agregación de Costos.** Para el desarrollo de la metodología se determinan los recursos que devengarán las actividades propuestas en el cronograma, los costos de estos recursos se determinan bajo la experiencia del asesor y criterio del estudiante; para este caso PMI recomienda como técnica realizar una agregación de costos puesto que permite determinar la línea base del proyecto según los paquetes de trabajo de la EDT (Ver pág. 36 del Apéndice C: Herramienta de Apoyo).

**4.3.3.3 Método del Valor Ganado “EVM”.** Hasta el momento durante la ejecución del proyecto no hay ningún proceso que valide, controle y monitoree el uso de los recursos del proyecto respecto a lo propuesto. Es importante monitorear el estado del proyecto para actualizar los costos y gestionar cambios a la línea base y para esto PMI recomienda el método del valor ganado “EVM”. Este método compara la línea base para medir el desempeño y avance del proyecto con el real hablando en términos de cronograma y presupuesto (Ver pág. 38 del Apéndice C: Herramienta de Apoyo).

## **5. Resultados**

La revisión bibliográfica realizada demostró que la selección de una opción de grado que implique un proceso investigativo y un documento final requiere aquellas herramientas en las que el asesor aporta su conocimiento y experiencia en el área en que se fundamenta el proyecto. Se encontró que las técnicas y herramientas más implementadas fueron las Reuniones, Juicio de Expertos, Entrevistas, la Estructura de Desglose de Trabajo “EDT”, el Análisis de Alternativas, Método de Diagramación por Precedencia y Dependencia y Método de la Ruta Crítica.

Entrando en detalle, para la gestión del alcance las herramientas y técnicas que recomienda PMI más aplicadas son las Reuniones, Juicio de Expertos, Estructura de Desglose de Trabajo y Análisis de Alternativas. Para la gestión del tiempo, resaltan lo que son los Diagramas de Precedencia y Dependencia, Análisis de Alternativas y Método de la Ruta Crítica. Finalmente, para la gestión de los costos, se aplica el Juicio de Expertos y Análisis de Alternativas.

Por otro lado, las técnicas y herramientas menos implementadas son las que necesariamente requieren datos históricos, esto debido a que los proyectos de grado investigativos no poseen dicha información al ser proyectos únicos que generan nuevo conocimiento, por lo que para definir los

diferentes grupos de procesos que conforman las áreas de gestión del alcance, tiempo y costo del proyecto no son viables y aumentan el nivel de incertidumbre.

Según las herramientas y técnicas propuestas por Chin & Spowage (2008), Rew, Cauvin, Cengiz, Pretorius, & Johnson (2020), Zid, Kasim & Soomro (2020), autores de la literatura base del proyecto en cuestión, y PMI, se seleccionaron las más aplicadas en los proyectos de grado investigativos. Se plantearon formatos que a discreción del director y asesor del proyecto de grado se puedan seleccionar para mejorar el proceso de desarrollo del trabajo de grado. Se propone revisar el apéndice C del presente proyecto de grado para determinar cuáles de estos documentos beneficiarían las buenas prácticas del proceso investigativo.

## **5.1 Gestión del Alcance**

Para la gestión del alcance se recomiendan como herramientas y técnicas aplicables para la ejecución del proyecto de grado las reuniones, encuestas, la matriz de trazabilidad de requisitos, la estructura de desglose de trabajo y el análisis de variación; para cada una de estos se propuso un formato descrito a profundidad en el apéndice C adjunto al proyecto en cuestión. Es importante aclarar que dichos formatos no se presentan como obligación de uso, por el contrario, la aplicación de estos es opcional y es decisión del estudiante y asesor determinar cuál de ellos resultaría beneficioso para establecer el alcance del proyecto de grado (resultados o productos).

### **5.1.1 Formato N°1: Reuniones**

Este formato establecido para las reuniones abarca los componentes para definir el enunciado del alcance, delimitando los entregables principales del proyecto, supuestos y restricciones. Según PMI las reuniones permiten discutir y abordar asuntos pertinentes del

proyecto con la participación de todos los integrantes del equipo de trabajo, esto último aumenta el nivel de eficacia de esta técnica [18]; Para mayor detalle de la información encontrada en el formato, dirigirse a la Tabla 1. Formato N°1: Reuniones, encontrada en el Apéndice C: Herramienta de Apoyo.

### **5.1.2 Formato N°2: Encuesta**

Lo fundamental de esta herramienta radica en la recopilación de requisitos o requerimientos de los stakeholders del proyecto con lo que se permite establecer las expectativas de estos y considerar cubrirlas para que el proyecto sea ejecutado con regularidad. Según PMI las encuestas resultan especialmente adecuadas en públicos variados, cuando se requiere información rápida, clara y concisa [18]. En el Apéndice C: Herramienta de Apoyo se encuentra detallada con su respectivo formato N°2: Encuesta; este formato le permitirá al estudiante identificar los stakeholders del proyecto, la información a obtener de estos y finalmente la estructuración de la encuesta que aplicará.

### **5.1.3 Formato N°3: Matriz de Trazabilidad de Requisitos**

La matriz de trazabilidad de requisitos es otra alternativa útil para recopilar los requisitos de los stakeholders; esta matriz permite registrar información sobre los atributos que se asignen para recolectar información. A diferencia de las encuestas, esta herramienta no brinda información detallada ni específica de los requisitos PMI resalta que esta herramienta ayuda a asegurar que cada requisito se vincule con los objetivos del proyecto y proporciona un medio de seguimiento a lo largo del ciclo de vida del proyecto lo que contribuye a asegurar que al final del proyecto se entreguen efectivamente los requisitos establecidos [18].

En la matriz de trazabilidad de requisitos propuesta se encuentran atributos como la identificación del stakeholder, el rol que cumple dentro del proyecto, la descripción del requisito, el entregable o productor que cumple el requisitos y la postura del stakeholder ante la ejecución del proyecto. Para mayor énfasis de este formato, dirigirse a la tabla 3. Formato N°3: Matriz de Trazabilidad de Requisitos del Apéndice C: Herramienta de Apoyo, donde se encuentran el formato y la explicación más específica de esta herramienta gerencial.

#### **5.1.4 Formato N°4: Estructura de Desglose de Trabajo “EDT”**

En los grupos de procesos de la gestión del alcance del proyecto, uno es totalmente dedicado a la creación de la estructura de desglose de trabajo; esta herramienta cumple un papel fundamental en el proyecto puesto que permite descomponer el alcance y los entregables o productos del proyecto en partes más pequeñas y manejables, facilitando la ejecución del proyecto. PMI define que el beneficio clave de crear la EDT del proyecto, es que proporciona una visión estructurada de lo que se debe entregar [18], aumentando así el éxito del proyecto.

En la tabla 4. Formato N°4: Estructura de Desglose de Trabajo “EDT” del Apéndice C: Herramienta de Apoyo se encuentra el formato propuesto con el que el estudiante se puede guiar para realizar la EDT del proyecto y el diccionario de la EDT.

#### **5.1.5 Formato N°5: Análisis de Variación**

Esta herramienta fue la más común de la revisión de literatura para los grupos de procesos de control del alcance. Su utilidad radica en identificar tanto la causa como el grado de diferencia entre lo planeado y el desempeño real en términos del alcance [18], por lo tanto, la técnica de análisis de variación permite establecer el estado del alcance del proyecto para tomar decisiones

ya sean correctivas o preventivas. Revisar el formato N°5: Análisis de Variación ubicado en el Apéndice C: Herramienta de Apoyo.

## **5.2 Gestión del Tiempo**

Se recomienda para la gestión del tiempo aplicar herramientas y técnicas como las reuniones, identificación de las actividades mediante la EDT, diagrama de precedencia, técnicas grupales de toma de decisiones, método de la ruta crítica y revisión de desempeño mediante la ruta crítica. la estructura de desglose de trabajo y el análisis de variación. Los formatos propuestos para esta área de conocimiento se encuentran en el apéndice C y son de uso opcional a criterio del estudiante y el asesor cuando se considere necesario implementar buenas prácticas para el control del cronograma o el tiempo del proyecto de grado.

### **5.2.1 Formato N°6: Reuniones**

Para planificar la gestión del cronograma se propuso las reuniones como técnica resaltando el papel fundamental de guía del asesor por su conocimiento y experiencia. Esta técnica es útil en la medida en que permite que el estudiante en conjunto con su equipo de trabajo del proyecto planifique el cronograma, definiendo componentes del cronograma como lo son la herramienta de programación , nivel de exactitud, unidad de medida, umbrales de control y los formatos que se aplicarán para la presentación de informes de avance y descripción de los procesos de la gestión del cronograma [18].

Los componentes anteriormente nombrados se especifican en la tabla 6. Formato N°6: Reuniones del Apéndice C: Herramienta de Apoyo, con el que el estudiante podrá entender y definir con su asesor cada uno de ellos.

### ***5.2.2 Formato N°7: Identificación de las Actividades Desde la Estructura de Desglose de Trabajo “EDT”***

En la gestión del alcance se realiza la EDT del proyecto, lo que facilita la descomposición de la EDT para definir las actividades del cronograma del proyecto. Esta técnica es útil en la medida que permite obtener las actividades necesarias para elaborar los entregables definidos [22]. El resultado de este proceso es el listado de las actividades, los atributos de las actividades y la lista de hitos; estos componentes se pueden desarrollar mediante el formato N°7: Descomposición EDT que se encuentra en el Apéndice C: Herramienta de Apoyo.

### ***5.2.3 Formato N°8: Diagrama de Precedencia “PDM”***

Esta herramienta permite secuencias las actividades del proyecto ya definidas en el formato N°7. El PDM es una técnica útil para construir un modelo de programación en el cual las actividades se representan mediante nodos y se vinculan gráficamente mediante una o más relaciones lógicas para indicar la secuencias en que deben ser ejecutadas [18] para obtener máxima eficiencia en términos de tiempo. Para esta herramienta se propuso el formato N°8: PDM del Apéndice C: Herramienta de Apoyo, en el que el estudiante podrá definir el método de programación para realizar el diagrama y las dependencias de las actividades.

### ***5.2.4 Formato N°9: Técnicas Grupales de Toma de Decisiones***

Es necesario estimar la duración de las actividades del proyecto y las técnicas grupales de toma de decisiones facilitan esta tarea. En el PMBOK, PMI plantea que estas técnicas son útiles para involucrar a los miembros del equipo del trabajo del proyecto en la mejora de la exactitud de la estimación y del compromiso con los resultados que las estimaciones produzcan [18]. En el

formato N°9: Técnicas Grupales de Toma de Decisiones, del Apéndice C: Herramienta de Apoyo o de la herramienta, el estudiante junto con su equipo de trabajo puede definir qué técnica se acomoda más a su proyecto y algunas ítems a tener en cuenta para estimar la duración de cada actividad.

#### **5.2.5 Formato N°10: Método de la Ruta Crítica**

Se propuso esta técnica puesto que el método de la ruta crítica se encuentra frecuentemente en la literatura como técnica para desarrollar el cronograma, así mismo, PMI resalta el papel de la ruta crítica para estimar la duración mínima del proyecto y determinar el nivel de flexibilidad en la programación de los caminos de red lógicos dentro del cronograma [18]. En el Apéndice C: Herramienta de Apoyo se explica con exactitud los pasos para aplicar este método y en el formato N°10 se exponen algunos ítems que el estudiante debe definir con este método.

#### **5.2.6 Formato N°11: Revisión de Desempeño Mediante la Ruta Crítica**

Para controlar el cronograma se propone la revisión de desempeño mediante la ruta crítica teniendo en cuenta que en el proceso anterior ya se realizó la ruta crítica del proyecto. Esta técnica es útil para comparar el avance a lo largo de toda la ejecución del proyecto y de este modo determinar el estado del cronograma, puesto que la variación de la ruta crítica impacta directamente la duración de finalización del cronograma [18]. En el Apéndice C: Herramienta de Apoyo, se encuentra el formato N°11: Revisión Desempeño Mediante la Ruta Crítica, con el que el estudiante puede apoyarse para determinar el desempeño del cronograma así como establecer pronósticos que en un futuro cercano pueden impactar la ejecución del cronograma.

### 5.3 Gestión de los Costos

Finalmente para desarrollar la gestión de los costos, se recomiendan como herramientas y técnicas las reuniones, la estimación de costos mediante reuniones, la agregación de costos y el método del valor ganado. Como se ha nombrado anteriormente cada una de estas herramientas y técnicas tiene un formato propuesto en la herramienta gerencial encontrada en el apéndice C del proyecto en cuestión; así mismo, los formatos son de uso opcional y alternativo y la aplicación de ellos debe ser un pacto entre estudiante y asesor según le necesidad de realizar seguimiento sobre la gestión de los costos asociados al proyecto de grado. Según la opción de grado seleccionada, para la facultad de Ingeniería Civil las opciones de orden profesional, social y empresarial y de investigación que implique uso de laboratorios podrían resultar beneficiadas por las buenas prácticas de los formatos de esta sección.

#### 5.3.1 Formato N°12: Reuniones

Planificar la gestión de los costos es el primer grupo de procesos de la gestión de los costos y se propone como técnica las reuniones con el asesor puesto que de esta forma el estudiante (director del proyecto) tendrá una perspectiva global de la planificación de los costos al contar con la participación de todo el equipo de trabajo del proyecto [22]. En las reuniones, el asesor brinda su experiencia para guiar al estudiante definiendo componentes iniciales de la gestión de los costos con el fin de establecer procedimientos y documentos necesarios para planificar, gestionar, ejecutar el gasto y controlar los costos del proyecto.

En el formato N°12: Reuniones del Apéndice C: Herramienta de Apoyo, el estudiante puede planificar la gestión de los costos, estableciendo la unidad de medida de los recursos, nivel

de precisión y exactitud, umbrales de control, reglas de medición de desempeño y el formato de informes de avance y descripción de procesos.

### **5.3.2 Formato N°13: Estimación de Costos Mediante Reuniones**

Para estimar los costos de los recursos para ejecutar cada una de las actividades, se propone las reuniones con el asesor dado a su experiencia y conocimiento. Mediante las reuniones el estudiante, con guía de su asesor, determinará el monto de los costos requeridos para ejecutar el proyecto. Un enfoque ágil de las reuniones permite establecer elementos prioritarios de cada recurso destinado a la ejecución de las actividades del proyecto [22]. Durante estas reuniones se definen los costos de las actividades y las bases con la que se realizaron las estimaciones, para esto se formuló los formatos N°13 y N°14: APU Por Actividad y Estimar los Costos, respectivamente, del Apéndice C: Herramienta de Apoyo.

### **5.3.3 Formato N°14: Agregación de Costos**

La agregación de costos es una herramientas que se adapta muy bien al grupo de procesos de determinar el presupuesto. Según PMI, esta herramienta suma los costos estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajo para así establecer la línea base de costos del proyecto; la línea base permite monitorear y controlar el desempeño del proyecto en términos de presupuesto [18]. En el Apéndice C: Herramienta de Apoyo se encuentra el formato N°15: Agregación de Costos, mediante el cual el estudiante se puede guiar para desarrollar la agregación de costos.

#### **5.3.4 Formato N°15: Método del Valor Ganado “EVM”**

El EVM combina medidas de alcance, cronograma y presupuesto para evaluar el desempeño y avance del proyecto, allí radica su gran utilidad. Mediante este método se puede controlar los costos y permite detectar desviaciones con respecto al plan y líneas base del proyecto [18]. Se propone este método solo para el control de los costos y cronograma y en un tiempo promedio de 8 meses en los que se espera que el estudiante ejecutará por completo su proyecto. En el Formato N°16: Método del Valor Ganado “EVM” del Apéndice C: Herramienta de Apoyo se presenta una plantilla donde el estudiante puede digitar sus datos y calcular los indicadores más importantes para determinar el estado del proyecto en términos de costos y cronograma.

### **6. Conclusiones**

Como resultado del proceso de la elaboración de la herramienta de apoyo se obtuvo un documento base para que el estudiante desarrolle complementariamente al desarrollo normal de su pensum académico, la gerencia de su proyecto de grado con el uso de herramientas y técnicas recomendadas por las buenas prácticas del PMI. Esto se desarrolló basada en revisión bibliográfica, revisión del procedimiento de presentación del proyecto de grado de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Santo Tomás y con apoyo del Project Management Body Of Knowledge “PMBOK”.

En la revisión literaria se documentó la información y se identificaron las herramientas y técnicas gerenciales más aplicadas y adaptables a los proyectos de grado para establecer la base de definición de la herramienta propuesta. Se realizó un cuadro de análisis de datos con un total de diecinueve artículos científicos de los cuales tres resaltaron ya que presentaban resultados exitosos

de la implementación de la Gerencia de Proyectos en los proyectos de investigación además de mostrar la información necesaria para su revisión.

Se realizó una descripción completa de los procedimientos de gerencia y del uso de herramientas y técnicas que recomiendan las buenas prácticas del PMI para generar un procedimiento que permita al estudiante gerenciar su proyecto de grado. Resalta dentro del procedimiento indicado en la sección 5 de este documento la técnica de reuniones y la estructura de desglose de trabajo “EDT”, en primera instancia porque fueron técnicas encontradas frecuentemente en la bibliografía, ambas reflejan el papel fundamental del asesor como guía del investigador para realizar el listado de actividades que el estudiante debería hacer durante su proyecto de grado, y particularmente, las reuniones resaltan como una etapa continua que se debe aumentar su frecuencia durante la gestión del proyecto de grado, adaptando las recomendaciones para realizar estas a cualquier tipo de grupo de procesos de las tres áreas de conocimiento trabajadas en este proyecto.

Se formuló una herramienta de apoyo complementario a los espacios académicos de seminario de Grado, que permite relacionar la información documental de un proyecto de grado y recomendar el aumento de la frecuencia de reuniones asesor-estudiante e implementar herramientas de seguimiento al cronograma de actividades, con el objetivo de cumplir los objetivos planteados. Esta herramienta permitirá que los estudiantes apliquen algunas de las herramientas y técnicas de los grupos de procesos de alcance, tiempo y costos propuestas por las buenas prácticas del PMI para una correcta función gerencial y aportar un orden al desarrollo del proyecto.

Las herramientas y técnicas que más se adaptan a las características de los proyectos de grado de pregrado son aquellas que involucran en gran magnitud al asesor debido que el conocimiento del estudiante en investigación en su nivel educativo no es lo suficientemente

aceptable para determinar componentes del proyecto que por lo general se obtienen desde la experiencia investigativa y profesional, dando relevancia al alcance del proyecto como la etapa inicial y que no se debe desestimar por los interesados. El planteamiento de las herramientas del alcance permite que el proyecto fije y alcance los resultados que se esperan.

## **7. Recomendaciones**

Los formatos que componen la herramienta gerencial propuesta encontrada en el Apéndice C: Herramienta de Apoyo, fueron adaptados del Project Management Institute teniendo en cuenta las particularidades de las opciones de grado relacionados con procesos investigativos, sin embargo, se reconoce que cada proyecto es único por lo que se recomienda revisar dicho documento y adoptar las herramientas y técnicas que a criterio del asesor y el investigador se considere más conveniente. No es necesario usar todos los formatos para aplicar correctamente buenas prácticas del PMI, si no por el contrario usar aquellos que efectivamente resultan beneficiosos para la mejora de los procesos de Alcance, Tiempo y Costos.

A pesar de que el estudiante junto con su asesor define la frecuencia de sus reuniones de revisión del proyecto, se recomienda que estas sean realizadas cada quince días con el fin de mantener una comunicación permanente del avance y estado del proyecto; así mismo, se recomienda que los formatos propuestos en la herramienta sean aplicados durante estas reuniones y se actualicen según la temporalidad determinada por el equipo de trabajo del proyecto.

La evaluación realizada de las herramientas y técnicas aplicables a la triple restricción en proyectos investigativos se realizó particularmente para la Facultad de Ingeniería Civil, sin embargo, cabe aclarar que se puede extrapolar a otras facultades de la Universidad Santo Tomás, resaltando que las buenas prácticas del PMI son aplicables según la necesidad del proyecto.

### Referencias

- [1] Project Management Institute PMI, 2019. [En línea]. Available: <https://www.pmi.org/>. [Último acceso: 19 10 2020].
- [2] E. R. Larsen, «Adapting project management principles and tools for research and development,» de *Annual Meeting Conference Proceedings*, 2004.
- [3] J. Charvat, «Project Management Methodologies: selecting, implementing, and supporting methodologies and processes for projects.,» *John Wiley & Sons*, 2003.
- [4] A. Cockburn, «Just in time methodology construction,» 2000.
- [5] E. M., *Cómo elaborar trabajos de grado*, Bogotá: Ecoe Ediciones, 2012.
- [6] A. C. Spowage, E. H. Yap y W. C. Lee, «Developing a Project Management Methodology for Use in Doctoral Research Projects,» *JIRSEA*, vol. 9, nº 1, 2011.
- [7] C. Josler y J. Burger, «Project Management Methodology in Human Resource Management,» *CUPA-HR Journal*, vol. 56, nº 2, pp. 25-30, 2005.
- [8] D. Miselovic y P. Patanakul, «Standardized project management may increase development projects success.,» *International Journal of Project Management*, vol. 23, nº 3, pp. 181-192, 2005.
- [9] A. y. B. B. Munns, «El papel de la gestión de proyectos para lograr el éxito del proyecto. Revista internacional de gestión de proyectos,» vol. 14, nº 2, pp. 81-87., 1996.
- [10] G. Pitagorsky, «The Business Value of Embracing a unified PM methodology.,» *Allpm.com*, 2003.

- [11] R. Interno, Disposiciones Generales para la Realización de Trabajos de Grado USTA”.  
Capítulo V: Funciones de los Directores de Trabajo de Grado., Bucaramanga, 2019.
- [12] N. W. Murphy, Orientations to research higher degree supervision: The interrelatedness of beliefs about supervision, research, teaching and learning., Griffith University, 2004.
- [13] C. Manathunga, «Early warning signs in doctorate research education: a different approach to ensuring timely completion.,» *Teaching in Higher Education*, vol. 10, n° 2, pp. 219-233, 2005.
- [14] Z. Abiddin, «The role of an effective supervisor: Case studies at the University of Manchester, United Kingdom,» 2005.
- [15] Universidad de Australia del Sur, «Negotiating student-supervisor expectations: University of South Australiao,» 2003.
- [16] D. Toncich, «Key factors in postgraduate research: a guide for students,» *Chrystobel Engineering*, 2006.
- [17] A. Coronel, Gestión de Proyectos, Escuela de Organización Industrial "EOI", 2012.
- [18] PMI, A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide), 2017.
- [19] T. Mengel, «Outcome-based project management education for emerging leaders-A case study of teaching and learning project management,» *International Journal of Project Management* , vol. 26, n° 3, pp. 275-285, 2008.
- [20] C. C. & A. Spowage, «Requisitos de metodología de gestión de proyectos para su uso en proyectos de investigación de ingeniería de pregrado,» *ResearchGate*, 2008.
- [21] Z. Vukovic, «Project Management-Software Development Methodology.,» *Interdisciplinary Management Research*, vol. 1, pp. 146-169, 2005.

[22] Project Management Institute PMI, 2019. [En línea]. Available: <https://www.pmi.org/>.

[Último acceso: 19 10 2020].

[23] G. Romano y E. Yacuzzi, Elementos de la gestión de proyectos., Buenos Aires: Econstor, 2011.

## **Apéndices**

**Apéndice A.** Análisis de Datos de los Documentos Encontrados en la Fase 1.

**Apéndice B.** Cuadro Maestro del Proyecto.

**Apéndice C.** Herramienta de Apoyo.