

Guía Metodológica Para La Planificación De Proyectos De Capital

Basada En La Práctica AACE No. 39R-06

Juan Felipe Rincón Lemus

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Especialización en Gerencia de Proyectos de Construcción

Bucaramanga

2024

Guía Metodológica Para La Planificación De Proyectos De Capital

Basada En La Práctica AACE No. 39R-06

Juan Felipe Rincón Lemus

Monografía presentada como requisito para optar al título de
Especialista en Gerencia de Proyectos de Construcción

Director

Jorge Enrique Meneses Flórez

Magister en Ingeniería Mecánica

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Especialización en Gerencia de Proyectos de Construcción

Bucaramanga

2024

Dedicatoria

A ti, mamá, que toda tu vida estuviste pendiente de mí,
dando lo mejor de ti para verme feliz y formándome
para ser una mejor persona.

Te dedico este logro y los que vendrán.
Aunque la voluntad de Dios haya sido que
descansaras en paz, encuentro tranquilidad
al saber que ahora estás en un lugar mejor,
y que tengo un ángel cuidando de mí.

Agradecimientos

A Dios en primera instancia, por tener la posibilidad de llegar hasta este nivel académico, donde soy consciente que nada me ha faltado y puedo confirmar lo afortunado que soy.

A mis padres Olger y Diana, por su arduo esfuerzo al sacar adelante a sus hijos, brindándoles amor y todo lo que estuviera posible a su alcance, educándolos de la mejor manera para que sean profesionales con principios y valores.

A mis hermanos Olger Andrés, María Ximena y María Angélica, por su constante apoyo a lo largo de los años y hacerme más amena la vida a pesar de los problemas.

A mi pareja María Alejandra, por acompañarme en todo momento y siempre creer en mí, dándome todo su apoyo y amor cuando más lo necesito.

A la Universidad Industrial de Santander (UIS), específicamente al programa de Especialización en Gerencia de Proyectos de Construcción, por la calidad docente que me brindaron durante el posgrado, de una forma técnica y ética.

Y finalmente, al Ing. Jorge Enrique Meneses Flórez, por su atención y apoyo en la elaboración de este trabajo de grado, siendo un gran profesional de la ingeniería.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	11
1. Generalidades.....	12
1.1. Justificación.....	12
1.2. Alcance.....	12
1.3. Objetivo General	13
1.4. Objetivos Específicos.....	13
2. Marco Teórico	13
2.1. Interesados (Stakeholders)	14
2.2. Tipos de Contratos en Construcción	15
2.3. Métodos de Entrega de Proyectos	16
2.4. Ingeniería de Valor	18
2.5. Constructibilidad	19
2.6. Estructura de Desglose de Trabajo (EDT).....	19
2.7. Estructura de Desglose de la Organización (EDO).....	21
2.8. Estructura de Desglose de Costos (EDC).....	21
2.9. Estructura de Desglose de Riesgos (EDR).....	21
3. Metodología.....	22

4. Diagnóstico	22
4.1. Identificación de los Interesados	24
4.2. Requisitos Contractuales	25
4.3. Definición del Alcance	26
4.4. Recopilación de Datos Históricos	27
4.5. Variables y Restricciones	28
4.6. Planificación de Recursos	29
4.7. Planificación de las Evaluaciones	30
4.8. Planificación de Riesgos	32
4.9. Definición de Fases y Secuencias	36
4.10. Elaboración de la EDT	37
4.11. Desarrollo de Programación y Presupuesto	38
4.12. Integración de Nuevas Tecnologías	39
5. Conclusiones	42
6. Recomendaciones	45
Referencias Bibliográficas	47

Lista de Tablas

Tabla 1. Tipos de Interesados en un Proyecto 14

Tabla 2. Tipos de Contratos en Construcción 15

Tabla 3. Diferencias en los Métodos de Entrega de Proyectos 17

Tabla 4. Ejemplo de Matriz de Requerimientos..... 27

Tabla 5. Ejemplos de datos históricos de proyectos 28

Tabla 6. Ejemplo de Ingeniería de Valor para la Construcción de una Edificación..... 31

Tabla 7. Ejemplo de Matriz de Probabilidad e Impacto..... 34

Tabla 8. Definición De Fases para la Construcción de una Planta Industrial 36

Lista de Figuras

Figura 1. Ejemplo de una EDT organizada por Fases..... 20

Figura 2. Ejemplo de una EDT organizada por los Entregables Principales 20

Figura 3. Ejemplo de Identificación de Riesgos por Diagrama de Causa – Efecto 32

Figura 4. Representación Gráfica Ejemplo de Matriz de Probabilidad e Impacto 35

Figura 5. EDT para la Construcción de una Planta Industrial 37

Figura 6. Modelo BIM de Estructura de una Vivienda..... 40

Figura 7. Tabla de Cantidades generada por Software BIM..... 41

Resumen

Título: Guía Metodológica Para La Planificación De Proyectos De Capital Basada En La Práctica AACE No. 39R-06*

Autor: Juan Felipe Rincón Lemus**

Palabras Clave: Planificación, Proyectos, Gerencia, Procesos

Descripción:

El presente trabajo comienza con una introducción que explora los avances en la gerencia de proyectos, destacando su impacto en el éxito global de los proyectos. Ofrece una visión de la situación actual del sector de la construcción en Colombia, con un enfoque particular en la empresa RINCOL CONSTRUCCIONES S.A.S. A continuación, se presentan la justificación, el alcance y los objetivos del documento, que se centran en el desarrollo de una guía basada en la práctica recomendada por la AACE No. 39R-06, orientada a la planificación de proyectos de capital en ingeniería y construcción.

Tras definir estos principios, se realiza un diagnóstico de la organización para desarrollar una metodología adecuada que cubra diversas áreas clave de la planificación de proyectos. Estas áreas incluyen la gestión del alcance, la identificación y gestión de interesados, la planificación de adquisiciones, la estimación de costos, la elaboración de cronogramas, la evaluación y gestión de riesgos, y la asignación de recursos. La metodología incluye herramientas específicas de planificación para asegurar una implementación efectiva.

Finalmente, se presentan las conclusiones del trabajo, resaltando los aspectos más relevantes de la metodología desarrollada para RINCOL CONSTRUCCIONES S.A.S. Se ofrecen recomendaciones para fomentar la mejora continua y estandarizar los procesos internos, con el objetivo de cumplir eficazmente las metas propuestas y fortalecer la capacidad de la empresa para enfrentar futuros desafíos en el sector de la construcción.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Especialización en Gerencia de Proyectos de Construcción. Director: Jorge Enrique Meneses Flórez, Magister en Ingeniería Mecánica

Abstract

Title: Methodological Guide For Capital Project Planning Based On AACE Practice No. 39R-06*

Author: Juan Felipe Rincón Lemus**

Keywords: Planning, Projects, Management, Processes

Description:

This paper begins with an introduction that explores the advances in project management, highlighting its impact on the overall success of projects. It offers a vision of the current situation of the construction sector in Colombia, with a particular focus on the company RINCOL CONSTRUCCIONES S.A.S. Next, the justification, scope and objectives of the document are presented, which focus on the development of a guide based on the practice recommended by AACE No. 39R-06, oriented to the planning of capital projects in engineering and construction.

After defining these principles, a diagnosis of the organization is performed to develop an appropriate methodology covering several key areas of project planning. These areas include scope management, stakeholder identification and management, procurement planning, cost estimation, schedule development, risk assessment and management, and resource allocation. The methodology includes specific planning tools to ensure effective implementation.

Finally, the conclusions of the work are presented, highlighting the most relevant aspects of the methodology developed for RINCOL CONSTRUCCIONES S.A.S. Recommendations are offered to promote continuous improvement and standardize internal processes, in order to effectively meet the proposed goals and strengthen the company's capacity to face future challenges.

* Bachelor Thesis

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Especialización en Gerencia de Proyectos de Construcción. Director: Jorge Enrique Meneses Flórez, Magister en Ingeniería Mecánica

Introducción

La gerencia de proyectos ha experimentado avances significativos a lo largo de los años en el desarrollo de procesos y metodologías, con el objetivo de alcanzar el éxito en cada uno de sus proyectos. El éxito se define como la finalización de un proyecto cumpliendo las metas establecidas en términos de tiempo, costo y calidad, y logrando la satisfacción del cliente mediante un equilibrio aceptable entre estos tres pilares.

Sin embargo, a pesar de estos avances, el sector de la construcción sigue enfrentando problemas persistentes. Muchos proyectos presentan los mismos errores de años anteriores, resultando en proyectos inconclusos o con deficiencias en uno o más de estos pilares.

En Colombia, el sector de la construcción es fundamental para el desarrollo económico del país, a pesar de mostrar un decrecimiento reciente, enfrentando problemas sociales y políticos que afectan la calidad y la finalización de los proyectos.

En el caso específico de RINCOL CONSTRUCCIONES S.A.S., se observa que la empresa se ha centrado más en la ejecución de los proyectos que en su planificación, lo que lleva a iniciar proyectos con una planificación deficiente y a enfrentar retrasos y sobrecostos durante la ejecución.

Para abordar estos desafíos, organizaciones internacionales como la AACE han desarrollado prácticas recomendadas, como la guía 39R-06, que se centra en la planificación de proyectos de capital. Esta guía abarca áreas clave de conocimiento, incluyendo la gestión de interesados, el alcance, el cronograma, los costos, los recursos, los riesgos y las adquisiciones del proyecto, proporcionando un marco para mejorar la planificación y ejecución de proyectos.

1. Generalidades

1.1. Justificación

Actualmente, las empresas de construcción en Colombia enfrentan importantes deficiencias en el desarrollo de sus proyectos, debido en gran medida a la falta de una planificación adecuada. Muchos proyectos comienzan su ejecución con únicamente planos y licencias aprobadas, y, en el mejor de los casos, con presupuestos y cronogramas que no reflejan la realidad del proyecto debido al escaso tiempo dedicado a su elaboración.

Entre las principales causas de esta deficiencia en la planificación se encuentran la urgencia del propietario o cliente por iniciar el proyecto y la falta de compromiso de la gerencia con el tiempo necesario para una planificación exhaustiva. Existe una creencia errónea de que cuanto más rápido se inicie la ejecución del proyecto, más rápido se completará, lo que frecuentemente resulta en problemas durante la ejecución.

Este trabajo busca abordar estas cuestiones proporcionando directrices en áreas clave de la planificación, con el objetivo de promover la mejora continua en RINCOL CONSTRUCCIONES S.A.S. y optimizar el desarrollo de sus proyectos.

1.2. Alcance

Inicialmente, se realiza un análisis de la empresa en estudio, evaluando su campo de trabajo, desarrollo, trayectoria en el mercado y métodos de operación. A continuación, se establece una metodología basada en la práctica AACE 39R-06, que definirá procesos en las áreas clave de un proyecto: interesados, alcance, cronograma, costos, recursos, riesgos y adquisiciones. Estas áreas

se seleccionan y ajustan en función de las necesidades y deficiencias identificadas en el diagnóstico realizado. Finalmente, se presentan conclusiones y recomendaciones prácticas para que la empresa implemente mejoras y optimice su operación diaria.

1.3. Objetivo General

Elaborar una guía metodológica para la planificación de proyectos de construcción en la empresa RINCOL CONSTRUCCIONES S.A.S., basada en los lineamientos de la práctica recomendada AACE 39R-06.

1.4. Objetivos Específicos

- ✓ Realizar un diagnóstico de la empresa en estudio para determinar que procesos de la práctica AACE se pueden implementar en ella.
- ✓ Proponer herramientas de planeación que faciliten la implementación de la metodología.
- ✓ Presentar recomendaciones con el fin de poner en práctica el trabajo realizado.

2. Marco Teórico

AACE (Association for the Advancement of Cost Engineering) es una asociación sin ánimo de lucro formada en Estados Unidos en el año 1956 con el objetivo de proveer a sus miembros conceptos y principios de la gestión e ingeniería de costos durante el ciclo de vida de un proyecto, programa, empresa, producto o servicio.

Actualmente, dicha organización está presente en 87 países y cuenta con 83 seccionales sumando más de 9.000 miembros a nivel internacional, siendo la autoridad técnica mundial en el área de Ingeniería de Costos y Gerencia Total de Costos. (AACE Colombia, 2019)

Como parte de su labor, AACE brinda a sus miembros una serie de prácticas recomendadas (RPs) con procedimientos e información valiosa útil para la gestión de proyectos en las diferentes etapas de desarrollo.

La práctica recomendada implementada en el presente proyecto es la 39R-06, enfocada en la planificación de proyectos, específicamente de ingeniería y construcción de proyectos de capital.

2.1. Interesados (Stakeholders)

Se definen como interesados a aquellas personas u organizaciones que tienen una relación directa o indirecta con el desarrollo del proyecto y que pueden verse afectadas, ya sea positiva o negativamente, por su ejecución. En la Tabla 1 se presentan los diferentes tipos de interesados, clasificados en función del equipo directivo o ejecutor, junto con las personas o grupos correspondientes a cada tipo y sus respectivas funciones dentro del proyecto.

Tabla 1. Tipos de Interesados en un Proyecto

	Miembros del Equipo Directivo		Miembros del Equipo Ejecutor		Otros Interesados
	Cliente	Patrocinador	Gerente del Proyecto	Miembros del Equipo	
Pueden ser	Contratante, propietario o desarrollador del proyecto	Persona a cargo de la dirección del proyecto en la empresa	Persona encargada del proyecto	Gerente, organizadores, staff y proveedores	Cliente final, vecinos, medios, equipo, público, etc

Funciones	- Autoriza - Define el alcance - Establece lineamientos y criterios de aceptación	- Asegura toma de decisiones - Apoya asignación de recursos - Asigna y apoya al gerente del proyecto - Provee dirección estratégica	- Lidera al equipo del proyecto - Asegura comunicación efectiva entre miembros del equipo - Identifica y resuelve problemas a tiempo	- Elaboran Plan del Proyecto - Ejecutan y controlan el plan - Colaboran en la integración de los equipos	Afectan de forma directa o indirecta el desarrollo del proyecto
------------------	---	--	--	--	---

Nota. Información tomada de (Chamoun, 2002)

2.2. Tipos de Contratos en Construcción

De acuerdo con los requisitos contractuales del cliente y la responsabilidad que se desea asignar al contratista, los contratos se pueden clasificar como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Tipos de Contratos en Construcción

	Contratos por Suma Estipulada		Contratos Reembolsables	
	Precio Fijo	Precio Unitario	Costo Adicional	Tiempo y Materiales
Definición	Se establece un valor por la totalidad del contrato	Se determina un precio por cada actividad ejecutada	Se consideran honorarios fijos al contratista	Honorarios variables para el contratista de acuerdo al tiempo y materiales empleados
Alcance, Tiempo y Costo	Definidos	Parcialmente definidos	Indefinido	Indefinido
Responsabilidad	Del contratista	Compartida	Compartida	Compartida
Cambios	No se permite	Permite en cantidades	Permite	Permite

2.3. Métodos de Entrega de Proyectos

✓ **Diseño – Licitación – Construcción:**

Este método implica contratar primero la elaboración del diseño del proyecto, para luego proceder a un proceso de licitación y, finalmente, contratar la construcción. Se trata de un proceso fragmentado que presenta un intervalo de tiempo entre la finalización del diseño y la contratación del ejecutor. Es el método de entrega más utilizado y reconocido en la industria, especialmente en el sector público.

✓ **Gerente de Construcción en Riesgo:**

Este método se asemeja al anterior en que el diseño y la construcción se contratan por separado. La diferencia principal radica en que el contratista ejecutor es contratado desde una etapa temprana del diseño, actuando como gerente de construcción en riesgo. Esta participación anticipada permite al contratista tener un conocimiento profundo del diseño y acelera el proceso, ya que el mismo contratista será responsable de la ejecución del proyecto.

✓ **Multi-Prime:**

En este enfoque, el propietario o contratante asume el rol de contratista general, donde inicialmente contrata los diseños y estudios, y luego busca y contrata por separado a los contratistas especializados para la ejecución del proyecto. El propietario asume toda la responsabilidad en las diversas etapas del proyecto, coordinando y gestionando a los distintos contratistas involucrados.

✓ **Diseño – Construcción:**

El contratante selecciona un único contratista para que se encargue tanto de la elaboración del diseño como de la construcción, transfiriendo toda la responsabilidad a este. Este enfoque acelera el desarrollo del proyecto al eliminar las interrupciones entre las fases de diseño y construcción.

✓ **Entrega Integrada de Proyectos:**

Este enfoque se basa en la colaboración y el trabajo conjunto entre el equipo contratante, el consultor y el constructor. En este modelo, la responsabilidad se comparte en cada fase del proyecto, y los honorarios se ajustan en función del desempeño del proyecto.

La selección del método de entrega más adecuado depende de diversos factores, incluyendo el tipo de proyecto, el alcance, el presupuesto, el cronograma y la gestión de los riesgos asociados. A continuación, se presentan las diferencias entre los métodos de entrega mencionados anteriormente, como se detalla en la Tabla 3.

Tabla 3. Diferencias en los Métodos de Entrega de Proyectos

	Diseño – Licitación – Construcción	Gerente de Construcción en Riesgo	Multi-Prime	Diseño – Construcción	Entrega Integrada de Proyectos
Contrato	Por separado, uno para el diseñador y otro para el constructor	Por separado, uno para el diseñador y otro para el constructor	Contratante cumple el rol de contratista general	Único contrato, contratista se encarga del diseño y la construcción	Diferentes contratos entre todas las partes
Tiempo	Interrupción en el flujo de trabajo entre etapa de diseño y construcción debido a la licitación	Flujo de trabajo continuo, constructor también está en fase de diseño	Depende directamente del contratante	Flujo de trabajo continuo al ser un único contratista	Depende de todos los miembros

Riesgo	Compartido entre contratante, diseñador y constructor	Compartido entre contratante y gerente de construcción en riesgo	Todo del contratante	Minimizado para el contratante, transferido al contratista	Compartido entre todos los miembros
Flujo de Información	Interrumpido entre fase de diseño y construcción	Correcto, constructor tiene veeduría en fase de diseño	Depende directamente del contratante	Depende directamente del contratista	Se comparte en todo momento entre los miembros del equipo

2.4. Ingeniería de Valor

Esta técnica tiene como objetivo reducir los costos del proyecto mientras se mejora o se mantiene el valor de sus materiales o sistemas. Se enfoca en identificar y eliminar los costos innecesarios que no contribuyen a la calidad, funcionalidad, garantía o características requeridas por el cliente. Se aplica preferentemente en las etapas tempranas del proyecto, ya que los cambios realizados en esta fase no afectan los tiempos ni los costos del proyecto. A continuación, se presentan algunas áreas en las que se pueden implementar alternativas de valor:

- ✓ Estrategias de contratación
- ✓ Materiales
- ✓ Métodos
- ✓ Diseño
- ✓ Alcance
- ✓ Descuentos en materiales

2.5. Constructibilidad

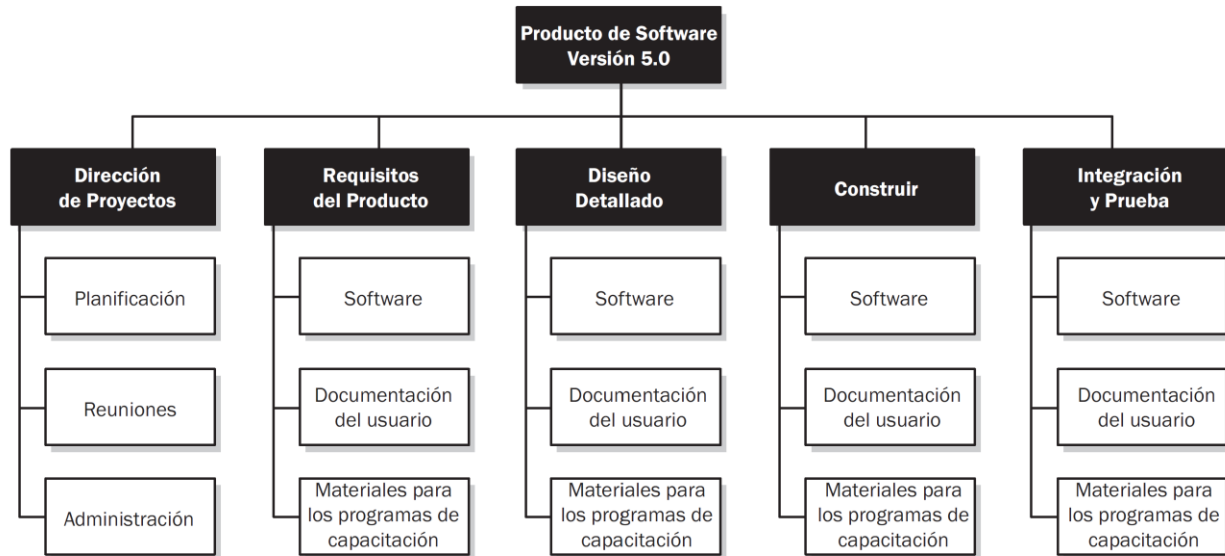
Consiste en optimizar las actividades de construcción mediante la aplicación de métodos y estrategias basadas en la experiencia y el conocimiento de los profesionales en las etapas de planificación, diseño, adquisición y ejecución. Para lograrlo, es esencial considerar el uso de materiales alternativos, la secuenciación eficiente de los procesos constructivos, la seguridad y la incorporación de nuevas tecnologías de construcción.

2.6. Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)

Es una herramienta esencial en la planificación de proyectos, diseñada para definir y organizar el alcance mediante una estructura jerárquica. Su propósito es descomponer el producto final en entregables más manejables y controlables. Esto se logra desglosando el trabajo en niveles sucesivos hasta alcanzar productos, servicios o resultados medibles, que se encuentran en el nivel más bajo de la EDT. Los elementos que no se incluyen en esta estructura se consideran fuera del alcance del proyecto y, por ende, no se ejecutan.

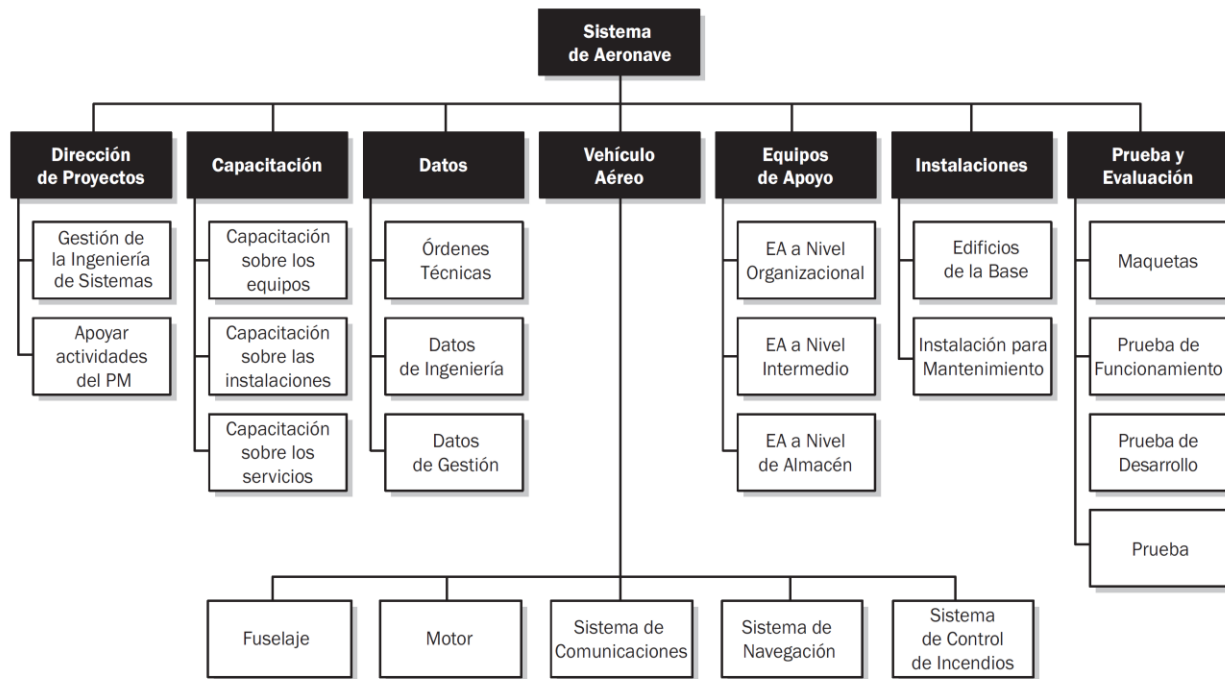
La EDT puede representarse de dos maneras, dependiendo del tipo de proyecto y las necesidades del equipo planificador: una, estructurando por fases del ciclo de vida del proyecto (ver Figura 1), y otra, estructurando por entregables principales (ver Figura 2).

Figura 1. Ejemplo de una EDT organizada por Fases



Nota. Tomado de (Project Management Institute, 2017)

Figura 2. Ejemplo de una EDT organizada por los Entregables Principales



Nota. Tomado de (Project Management Institute, 2017)

2.7. Estructura de Desglose de la Organización (EDO)

A diferencia de la EDT, que organiza los entregables del proyecto de manera jerárquica, la OBS se organiza en función de los departamentos o equipos dentro de la empresa. La OBS asigna entregables, actividades y paquetes de trabajo a cada unidad organizativa, permitiendo que cada grupo de trabajo identifique claramente sus responsabilidades y tareas. Esta estructura facilita la gestión y coordinación del proyecto al proporcionar una visión clara de quién es responsable de cada componente del trabajo.

2.8. Estructura de Desglose de Costos (EDC)

Es una estructura jerárquica enfocada a definir los elementos clave de un proyecto en términos de costos, siendo una herramienta clave en la fase de control ya que permite a la gerencia hacer un seguimiento a los costos ejecutados con los planificados, dando a conocer el estado del proyecto. En su nivel más alto se encuentran los costos más representativos como lo pueden ser la mano de obra, los materiales y los costos directos e indirectos.

2.9. Estructura de Desglose de Riesgos (EDR)

Es una estructura jerárquica diseñada para definir los elementos clave de un proyecto en términos de costos. Como herramienta fundamental en la fase de control, permite a la gerencia realizar un seguimiento eficaz de los costos reales frente a los planificados, proporcionando una visión clara del estado del proyecto. En el nivel más alto de esta estructura se incluyen los costos más significativos, como mano de obra, materiales, y costos directos e indirectos.

3. Metodología

Primero, se lleva a cabo la traducción técnica de la práctica recomendada AACE No 39R-06, titulada *Project Planning – As Applied In Engineering And Construction For Capital Projects*. Este proceso tiene como objetivo profundizar en los temas abordados en la guía para facilitar la implementación de las prácticas aplicables a la empresa en estudio.

A continuación, se realiza un diagnóstico de la empresa RINCOL CONSTRUCCIONES S.A.S., analizando aspectos cruciales como su campo de trabajo, trayectoria, visión y métodos operativos. Este diagnóstico permite identificar las deficiencias en la planificación de proyectos y desarrollar un plan de trabajo específico para mejorar sus procesos operativos.

Finalmente, se presentan conclusiones y recomendaciones tanto para la empresa en cuestión como para el sector de la construcción en Colombia, con el fin de optimizar la planificación y ejecución de proyectos en el contexto local.

4. Diagnóstico

RINCOL CONSTRUCCIONES S.A.S. es una empresa de Santander especializada en el diseño, construcción y mejora de obras civiles, con una trayectoria de 10 años en la ejecución de proyectos tanto en el sector público como en el privado.

En la actualidad, la empresa está inmersa en un proceso de mejora continua, con el objetivo de obtener certificaciones en las normas ISO 9001, 14001 y 45001. Estas certificaciones tienen como

propósito estandarizar los procesos internos de la organización y fortalecer su posicionamiento en el sector de la construcción en la región.

Realizando un análisis de las operaciones de RINCOL CONSTRUCCIONES S.A.S. se han identificado varias deficiencias en sus procesos. En particular, se ha observado que la etapa de ejecución de los proyectos a menudo comienza con una planificación insuficiente o inexistente, y carece de un sistema eficaz de control de tiempos y costos. Como resultado, la empresa enfrenta dificultades para determinar la rentabilidad de los proyectos al final de su ciclo.

En cuanto a la gestión de proyectos, se evidencia una falta total de planificación de riesgos. La empresa no cuenta con un enfoque estructurado para la identificación y gestión de riesgos, limitándose a manejar un porcentaje de imprevistos en los costos indirectos sin un análisis detallado de los riesgos específicos que afectan estos costos. Además, en áreas como los interesados, el alcance, las adquisiciones, los recursos, los costos y el cronograma, los procesos se desarrollan de manera básica y poco detallada, con acuerdos mayormente verbales que conducen a inconvenientes y desacuerdos durante el ciclo de vida del proyecto.

Otra deficiencia significativa es la falta de recopilación y análisis de datos históricos de proyectos anteriores. Esto incrementa la incertidumbre al planificar nuevos proyectos, debido a la ausencia de una base de datos propia que incluya información sobre rendimientos, restricciones, tiempos y costos reales, entre otros factores.

A continuación, se presentan otros errores y limitaciones observados tanto en los proyectos de la empresa como en la práctica recomendada por la AACE No 39R-06:

- Falta de entendimiento del alcance del proyecto por parte del equipo

- Divergencia en la interpretación del plan del proyecto por parte de los interesados y dificultad del equipo a la hora de conciliar estas diferencias
- El equipo de proyecto no implementa metodologías relacionadas en la planificación durante el desarrollo y ejecución del proyecto
- Falta de comunicación y actualización del plan cuando se presentan cambios importantes en el alcance del proyecto
- Falla en la elaboración e implementación de un plan integral

Por esta razón, se identificaron los procesos recomendados en la práctica AACE No 39R-06 que pueden ser implementados en la organización. A continuación, se presenta un plan detallado para su implementación.

4.1. Identificación de los Interesados

Como primer paso al iniciar un proyecto, es fundamental identificar a todos los interesados, documentar sus expectativas y clasificarlos según su influencia o relevancia a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Una comunicación efectiva con los interesados en cada fase del proyecto es crucial, ya que puede determinar el éxito o el fracaso del mismo. Es esencial que el equipo de planificación comunique claramente los objetivos, el plan y las metas a todas las partes interesadas, para que puedan comprender y expresar su opinión sobre el proyecto, aunque esta no siempre coincida con los intereses del mismo.

En el sector de la construcción, es común identificar a los siguientes interesados:

- Propietarios, Usuarios u Operadores
- Diseñadores, Arquitectos o Ingenieros
- Contratistas o Subcontratistas
- Proveedores o Vendedores
- Gobierno u Organismos Públicos
- Servicios Públicos Locales
- Grupos Comunitarios y de Intereses Especiales

4.2. Requisitos Contractuales

Junto con el propietario del proyecto, es esencial establecer claramente los términos y condiciones de contratación, el método de entrega del proyecto y los requisitos técnicos para cada tarea a ejecutar.

La determinación de estos aspectos dependerá del tipo de proyecto y de las características específicas del trabajo. En el sector público, por ejemplo, es común utilizar contratos basados en precio global o unitario, con el método de entrega Diseño – Licitación – Construcción. Este enfoque busca asegurar la transparencia en los procesos de contratación estatal.

En el sector privado, la elección del método de contratación puede variar en función de factores como el presupuesto, el tiempo disponible, la responsabilidad y el alcance del proyecto. Por ejemplo, en la construcción de una vivienda unifamiliar, si el propietario ha definido claramente el alcance, el presupuesto y la duración del proyecto, puede ser adecuado optar por un contrato de precio global o fijo, con un método de entrega Diseño y Construcción. En contraste, si estos

elementos no están bien definidos, es preferible utilizar contratos de Costo Incrementado o Tiempo y Materiales, ya que ofrecen mayor flexibilidad para ajustar el alcance del proyecto.

Para contratistas que realizan actividades específicas como estructura, mampostería, frisos y redes, se recomienda contratar a precio unitario, con pagos realizados en función de los avances periódicos del trabajo. En el caso de servicios o el suministro y puesta en marcha de equipos, es conveniente utilizar un contrato de precio global fijo, con un anticipo para la compra de materiales y la ejecución de mano de obra, y el saldo pendiente a pagar al finalizar los trabajos.

Finalmente, es crucial proporcionar a cada contratista un pliego de condiciones detallado que especifique los requisitos técnicos y contractuales. Esto garantiza una mayor claridad entre las partes sobre el alcance y las expectativas del trabajo a realizar.

4.3. Definición del Alcance

Para definir el alcance del proyecto, es fundamental comenzar con el registro detallado de los requisitos solicitados por el propietario y los demás interesados. Para ello, se elaborará una matriz de requerimientos en la que se documentará cada requisito, incluyendo la fecha de solicitud y el documento de soporte correspondiente. Además, se clasificará cada requisito como funcional o deseable y se asignará un responsable para garantizar su seguimiento y cumplimiento.

A continuación, se presenta un ejemplo de una matriz de requerimientos para un proyecto constructivo que consiste en una edificación de vivienda multifamiliar, como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Ejemplo de Matriz de Requerimientos

Nº	<i>Interesado</i>		<i>Descripción del Requisito</i>	<i>Tipo</i>	<i>Fecha Solicitud</i>	<i>Soporte</i>	<i>Responsable</i>	
	<i>Nombre</i>	<i>Rol / Cargo</i>					<i>Nombre</i>	<i>Rol / Cargo</i>
1	Carlos Díaz	Propietario	Duración del proyecto de 1 año	Deseable	10/08/24	Acta de reunión	Andrés Pérez	Gerente
2	Carlos Díaz	Propietario	Presupuesto de \$3.000 millones	Deseable	10/08/24	Acta de reunión	Andrés Pérez	Gerente
3	Carlos Díaz	Propietario	Terreno con área de 1.000 m2	Deseable	10/08/24	Acta de reunión	Andrés Pérez	Gerente
4	Carlos Díaz	Propietario	Edificio de 3 niveles con sótano	Funcional	10/08/24	Acta de reunión	Jairo Torres	Arq.
5	Carlos Díaz	Propietario	Zona de parqueo para 20 vehículos	Funcional	10/08/24	Acta de reunión	Jairo Torres	Arq.

4.4. Recopilación de Datos Históricos

Al iniciar un proyecto, es crucial utilizar los datos históricos de la organización, ya que proporcionan una base sólida para estimar costos y tiempos con mayor precisión. La información propia de la empresa es más confiable que los datos estadísticos generales, que pueden no reflejar las particularidades de cada operación.

Se recomienda que la empresa organice una biblioteca de datos históricos de proyectos, clasificando la información por tipo de proyecto y documentando los procesos a lo largo del ciclo de vida de cada uno. Esta biblioteca debe incluir detalles valiosos como precios de materiales y

mano de obra, tiempos de ejecución de actividades y otros factores relevantes, tal como se ilustra en la Tabla 5:

Tabla 5. Ejemplos de datos históricos de proyectos

Factores del Proyecto	Datos Físicos
✓ Tipo de proyecto	✓ Geografía y localización
✓ Rendimientos	✓ Geología
✓ Tecnología	✓ Tipo de terreno
✓ Recursos laborales	✓ Disponibilidad de servicios
✓ Organización del equipo	✓ Transporte
✓ Lecciones aprendidas	✓ Medio ambiente
✓ Costos y tiempos reales	✓ Factores climáticos

4.5. Variables y Restricciones

Todo proyecto está influenciado por una serie de variables y limitaciones que afectan su desarrollo, desde la disponibilidad de recursos hasta condiciones específicas del emplazamiento, factores culturales, religiosos, económicos, financieros y la normativa local.

Estas variables deben ser identificadas, evaluadas, documentadas y gestionadas para mitigar su impacto potencial en el proyecto, y comunicadas a todas las partes interesadas. A medida que avanza la etapa de planificación, estas variables pueden cambiar, resolverse, intensificarse o desaparecer. Por lo tanto, es crucial ajustar la dinámica de planificación y reevaluar el plan en función de estos cambios.

Se considera variable cualquier elemento, evento o característica que pueda influir en el desempeño del proyecto. Entre las limitaciones y restricciones más significativas que pueden surgir, se incluyen:

- Ubicación física y de espacio
- Limitaciones geológicas
- Secuenciación eficiente
- Supuestos de productividad
- Identificación de disponibilidad de recursos
- Convenios laborales
- Métodos y fases de financiación
- Contratación y método de entrega del proyecto
- Requisitos de cierre y puesta en servicio

4.6. Planificación de Recursos

Es esencial considerar la planificación de recursos durante la fase de planeación del proyecto, ya que su omisión puede tener repercusiones negativas en el desarrollo del proyecto. El equipo de trabajo debe identificar los recursos clave necesarios para alcanzar los objetivos del proyecto, incluyendo todos los activos requeridos para la ejecución efectiva del trabajo a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Los recursos que deben ser identificados incluyen:

- Mano de obra
- Equipos
- Materiales
- Tecnología
- Financiación de capital

4.7. Planificación de las Evaluaciones

En el proceso de planificación de proyectos, es crucial considerar la evaluación de constructibilidad y la ingeniería de valor. La evaluación de constructibilidad se enfoca en la optimización de la ejecución del plan del proyecto, mientras que la ingeniería de valor se centra en rediseñar para mejorar el rendimiento y reducir costos sin comprometer la calidad.

Por ejemplo, en una evaluación de constructibilidad, consideremos la fundición de una placa de concreto en altura. Tradicionalmente, se debe esperar un tiempo específico para que el concreto alcance su resistencia máxima antes de retirar el apuntalamiento y el encofrado. Aplicando la evaluación de constructibilidad, se podría utilizar un aditivo acelerante para reducir el tiempo necesario para retirar el encofrado. Esto disminuiría los costos asociados al alquiler de formaletas y aceleraría el proceso constructivo.

En cuanto a la ingeniería de valor, esta metodología permite diseñar estrategias que reduzcan costos sin sacrificar la calidad. Por ejemplo, el uso de dimensiones estándar en elementos estructurales puede minimizar el gasto en alquiler de formaletas y acelerar el proceso de ejecución, tal como se mostró en el ejemplo anterior.

Para aplicar la ingeniería de valor de manera efectiva, se debe comparar la propuesta original con las alternativas optimizadas. Se empleará una fórmula para calificar cada alternativa en una escala del 1 al 10 en términos de función y calidad, como se detalla a continuación:

$$Valor = \frac{(Función + Calidad)}{Costo}$$

Una vez que se haya aplicado la fórmula a ambas propuestas, se evaluará si la alternativa óptima ofrece un mayor valor en comparación con la propuesta original. Si la alternativa

planteada no supera a la propuesta original en términos de valor o ahorro de costos, esto indicará que no aporta mejoras significativas. En tal caso, será más adecuado continuar con la propuesta original.

A continuación, en la Tabla 6, se muestra un ejemplo de la aplicación de la ingeniería de valor en la selección del sistema constructivo para una edificación.

Tabla 6. Ejemplo de Ingeniería de Valor para la Construcción de una Edificación

Ingeniería de Valor	Propuesta Original	Alternativa Óptima
Edificación: Opciones de Sistemas Constructivos	Estructura metálica con losa de concreto soportada por viguetas de acero	Estructura de concreto con losa maciza
Función	10 (1 a 10)	10 (1 a 10)
Calidad	9.5 (1 a 10)	10 (1 a 10)
Costo	\$300 millones	\$250 millones
Valor = $\frac{(Función + Calidad)}{Costo}$	6.5	8.0
Mantenimiento	8 (1 a 10)	10 (1 a 10)
Tiempo de Entrega	3 meses	3 meses

Nota. Información adaptada de (Chamoun, 2002)

Como se ilustra en el ejemplo anterior, la alternativa óptima obtiene un puntaje superior al de la propuesta original (se ha multiplicado el resultado por 100 para facilitar la comparación). Al considerar otras variables no incluidas en la fórmula, como el mantenimiento y el tiempo de entrega, también se observa que la alternativa planteada ofrece resultados positivos. Esto refuerza su viabilidad y sugiere que la nueva alternativa es más adecuada para la ejecución del proyecto.

4.8. Planificación de Riesgos

En cualquier proyecto de construcción, los riesgos pueden presentarse en dos niveles. El primer nivel, conocido como riesgo individual, se refiere a eventos específicos con incertidumbre que, al ocurrir, pueden impactar el proyecto de manera positiva o negativa. El segundo nivel, llamado riesgo general, surge de la combinación de riesgos individuales y otras fuentes de incertidumbre, afectando de manera global la consecución de los objetivos del proyecto. (Project Management Institute, 2017)

Para gestionar estos riesgos, es esencial identificarlos de manera preliminar utilizando datos históricos, el juicio de expertos y diversas técnicas o herramientas. Entre estas técnicas se incluyen el análisis Causa-Raíz, las listas de verificación (Check List), los diagramas de Causa-Efecto (Ishikawa) y el análisis DOFA. La Figura 3 presenta un ejemplo de un diagrama de Ishikawa que ilustra las causas subyacentes del riesgo de demoras y sobrecostos en la ejecución de obras civiles.

Figura 3. Ejemplo de Identificación de Riesgos por Diagrama de Causa – Efecto



Nota, tomado de (García, 2023)

Una vez identificados los riesgos, se procede a realizar un análisis cualitativo y cuantitativo de cada uno. El análisis cualitativo evalúa los riesgos en función de su probabilidad e impacto, registrándolos en una matriz para su seguimiento y control. Este análisis se basa en la experiencia y juicio de expertos, lo que lo hace más subjetivo. El análisis cuantitativo, por otro lado, utiliza datos históricos de riesgos previos en la organización, asignando un costo estimado a cada riesgo en caso de ocurrir y considerando un escenario pesimista. Este enfoque es más preciso, pero también más extenso y complejo.

La principal diferencia entre ambos análisis radica en su enfoque: el cualitativo depende de la evaluación subjetiva del experto, mientras que el cuantitativo se basa en datos estadísticos medibles. Debido a su menor complejidad y requerimientos de tiempo, el análisis cualitativo suele ser preferido, siempre que se realice por un profesional capacitado en gestión de riesgos.

En el análisis cualitativo, los riesgos identificados se registran y se califican del 1 al 5 en función de su probabilidad de ocurrencia e impacto. La multiplicación de estos dos factores proporciona un puntaje de riesgo que determina la importancia de cada riesgo. Esto permite priorizar aquellos con mayor impacto potencial en los costos y tiempos del proyecto, aunque también se debe hacer un seguimiento continuo de todos los riesgos.

Toda la información se documenta en una matriz de probabilidad e impacto, la cual incluye datos esenciales como las causas del riesgo, el impacto potencial en el proyecto y el área afectada. La Tabla 7 muestra un ejemplo de esta matriz aplicada a un proyecto de construcción en un municipio de difícil acceso. En esta tabla se ilustra la organización y priorización de los riesgos según su probabilidad e impacto, lo que facilita su seguimiento y gestión efectiva.

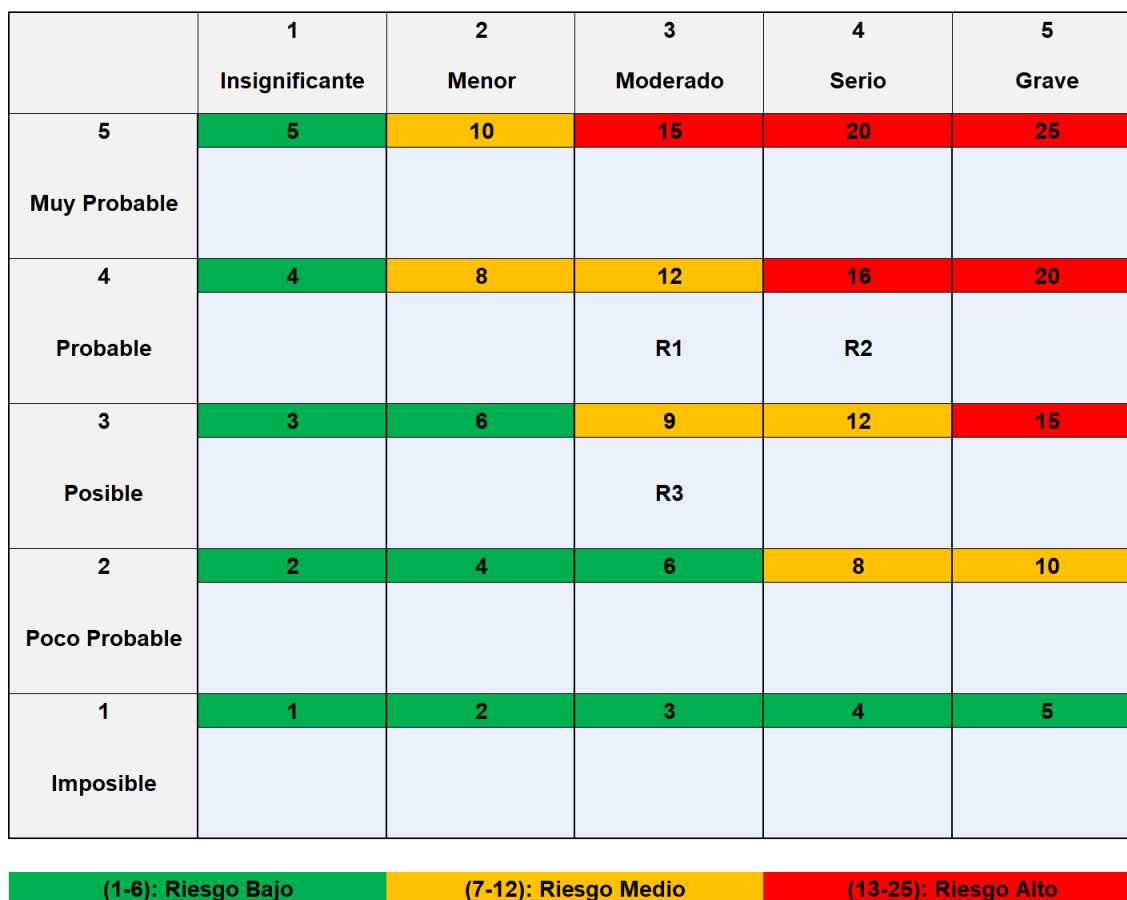
Tabla 7. Ejemplo de Matriz de Probabilidad e Impacto

ID	Impacto	Probabilidad Ocurrencia	Puntaje (I x P)	Descripción del Riesgo	Causa	Impacto en el Proyecto	Área
R1	3	4	12	Mano de obra no calificada	Población no cuenta con experiencia	Retraso en cronograma	Gerencia
R2	4	4	16	Deslizamientos en excavación	Condiciones climáticas no favorables	Retraso en cronograma	Técnica
R3	3	3	9	Ausencia de materiales	Difícil acceso y proveedores limitados	Sobrecosto y retraso en cronograma	Técnica

Al analizar la Tabla 7, se identifica que el riesgo más crítico para el desarrollo del proyecto es el de deslizamientos durante la excavación. Para mitigar este riesgo, es esencial implementar un plan de respuesta eficaz. Una medida recomendada es el uso de apuntalamientos en las excavaciones para prevenir posibles derrumbes, lo que asegura la continuidad del trabajo y evita interrupciones en el progreso del proyecto. Además, se asignará un responsable del área técnica para supervisar y gestionar este riesgo, con el objetivo de minimizar su impacto en el proyecto.

Una vez que se haya definido la matriz, se representará gráficamente utilizando colores asignados por el evaluador para facilitar la visualización de los riesgos más significativos para el proyecto. Esta representación permitirá clasificar los riesgos en categorías de alto, medio o bajo, como se muestra en la Figura 4.

Figura 4. Representación Gráfica Ejemplo de Matriz de Probabilidad e Impacto



Como se ilustra en la Figura 4, esta representación gráfica facilita una visión clara de la relevancia de cada riesgo en el proyecto. Los riesgos ubicados cerca de la esquina superior derecha son los de mayor impacto e incidencia, y deben ser examinados con mayor detenimiento. En contraste, aquellos situados cerca de la esquina inferior izquierda tienen una menor relevancia y requieren menos atención.

En el análisis cuantitativo de riesgos, se calculará el impacto financiero potencial de cada riesgo utilizando datos históricos de la empresa, basados en proyectos similares anteriores. Este análisis implica un examen exhaustivo para estimar el costo monetario asociado a cada riesgo en caso de que ocurra. La efectividad de este análisis depende de una adecuada recopilación de datos

históricos; sin ellos, el análisis cuantitativo no sería viable y se debería recurrir al análisis cualitativo.

4.9. Definición de Fases y Secuencias

En un proyecto, una fase se define como un periodo o grupo de trabajo representativo que forma parte del desarrollo general. La identificación y definición de una fase incluye la determinación inicial de las relaciones clave y la planificación de la secuenciación de actividades, conforme al alcance del trabajo. A medida que avanza la planificación, el alcance se refina mediante la descomposición en entregables específicos, lo que permite una cobertura integral del proyecto. La Tabla 8 muestra un ejemplo de la definición de fases para la construcción de una planta industrial, un modelo que puede aplicarse en gran medida a proyectos de edificación en general.

Tabla 8. Definición De Fases para la Construcción de una Planta Industrial

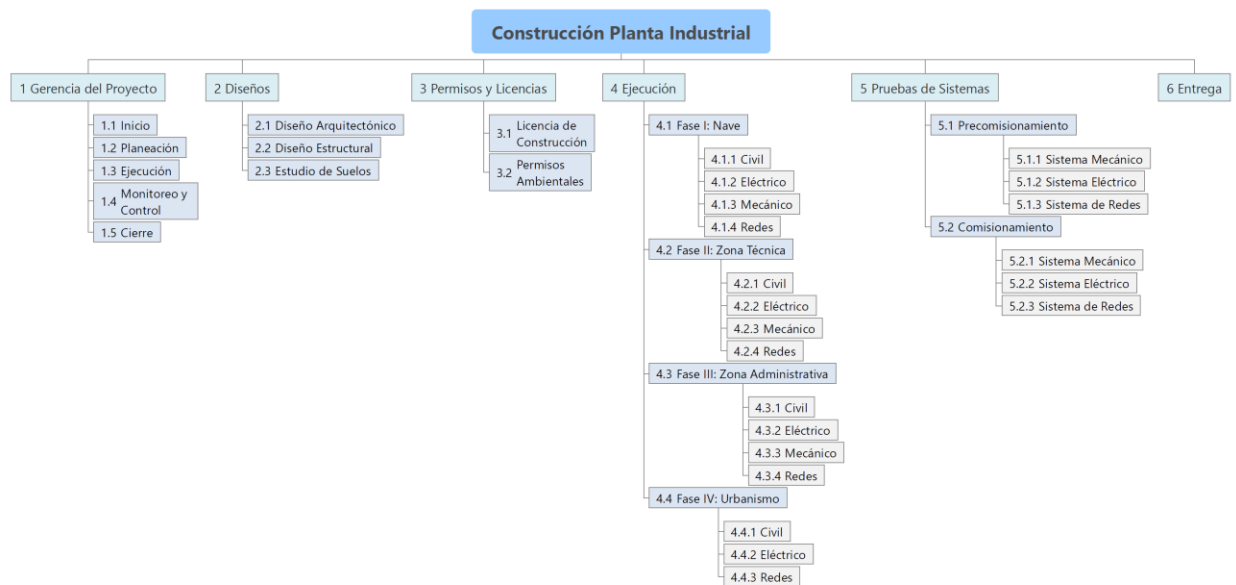
Construcción de Planta Industrial	
EDT	Fase
1	Gerencia del Proyecto
2	Diseños
3	Permisos y Licencias
4	Ejecución
5	Pruebas de Sistemas
6	Entrega

4.10. Elaboración de la EDT

Una vez definidas las fases del proyecto y su secuenciación, se procederá a elaborar la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT). Esta etapa implica la subdivisión de cada fase en entregables específicos, ubicados en el nivel más bajo de la estructura. A medida que cada fase se fragmenta en detalles más finos, la EDT se vuelve más específica y detallada. Es importante distinguir entre entregables y actividades: mientras que un entregable es un resultado tangible del proyecto, una actividad es una acción o conjunto de acciones necesarias para completar ese entregable.

En la Figura 5 se presenta la EDT correspondiente al ejemplo previamente analizado. En esta figura, se pueden identificar claramente los entregables correspondientes a cada fase del proyecto.

Figura 5. EDT para la Construcción de una Planta Industrial



Para determinar el número de actividades y la complejidad de cada paquete de trabajo, se deben seguir las siguientes reglas clave:

- Toda actividad deberá tener como mínimo 1 día de duración.
- La duración de cada actividad no deberá superar un periodo de informe rutinario del proyecto, por ejemplo, un mes.

Teniendo el alcance definido y plasmado en la EDT, se procede a elaborar la Estructura de Desglose de la Organización (EDO), la Estructura de Desglose de Costos (EDC) y la Estructura de Desglose de Riesgos (EDR) para definir responsables dentro de la organización, costos representativos y riesgos asociados a cada uno de los entregables del proyecto.

4.11. Desarrollo de Programación y Presupuesto

Finalmente, se procederá a desarrollar las estimaciones de costos y tiempos basadas en la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT). Este proceso tomará en cuenta las planificaciones realizadas previamente en las áreas de recursos, evaluaciones y riesgos, así como los datos históricos de proyectos anteriores, y considerará las variables y restricciones identificadas. Con esta información, se incluirán previsiones adecuadas en las estimaciones para asegurar una programación y presupuestación precisas.

A medida que el alcance del proyecto evolucione y se defina con mayor detalle, se determinarán las actividades específicas necesarias para cada paquete de trabajo. Para cada actividad, se asignarán tiempos estimados, recursos necesarios y responsables, y se establecerá la relación y secuenciación de estas actividades, lo cual permitirá la creación del cronograma del proyecto.

Con las actividades identificadas y los recursos asignados, se elaborará el Análisis de Precio Unitario (APU) para cada actividad. Este análisis, al multiplicarse por las cantidades extraídas de

los diseños finales, permitirá cuantificar el costo de cada actividad. La sumatoria de estos costos proporcionará el presupuesto total del proyecto, al que se deberán añadir los costos indirectos, los cuales dependerán del tipo de contrato seleccionado.

4.12. Integración de Nuevas Tecnologías

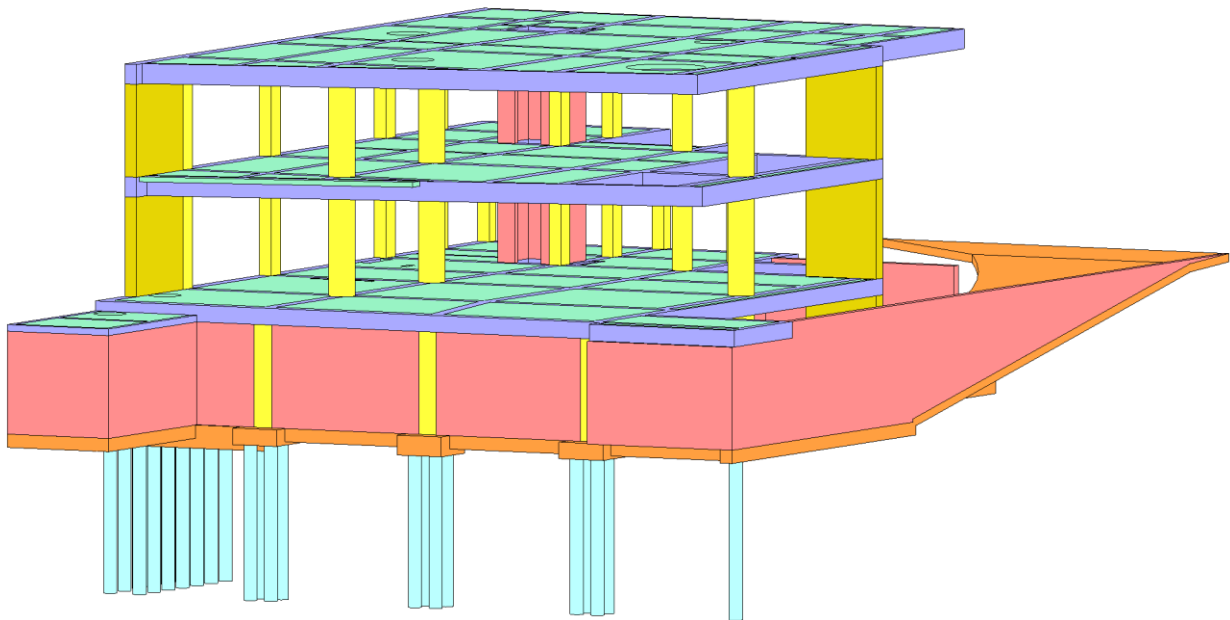
Otro aspecto crucial que enriquece significativamente la planificación de proyectos es la integración de nuevas tecnologías, como la metodología BIM (Building Information Modeling). Esta metodología se ha consolidado como una herramienta fundamental en la planificación de proyectos debido a su capacidad para revolucionar el diseño, la gestión y la ejecución de construcciones. BIM permite la integración de datos digitales detallados en un modelo tridimensional, proporcionando una visión más clara y precisa de cada fase del proyecto, desde la concepción hasta la operación.

La metodología BIM no solo mejora la coordinación entre los distintos equipos de trabajo al reducir errores y conflictos, sino que también optimiza el uso de recursos y tiempo. La capacidad de simular y analizar diferentes escenarios antes de la ejecución real facilita una toma de decisiones más informada y eficiente, lo que a su vez contribuye a una mayor calidad y sostenibilidad del proyecto. En un entorno cada vez más complejo y exigente, BIM se presenta como una solución clave para asegurar el éxito en la planificación y ejecución de proyectos.

A continuación, se muestra un ejemplo del modelamiento de la estructura de una vivienda unifamiliar de tres niveles, que ilustra una visualización 3D del proyecto. En este ejemplo (ver *Figura 6*), se utilizan diferentes colores para representar los tipos de elementos estructurales, reflejando así la materialidad de cada componente. Por ejemplo, las zapatas, muros, columnas,

vigas y placas se diferencian por colores específicos, lo que facilita la identificación de sus propiedades y funciones dentro del modelo.

Figura 6. Modelo BIM de Estructura de una Vivienda



En el ejemplo presentado, el modelamiento realizado por el especialista en estructuras permite que el diseñador arquitectónico y otros profesionales, como los de redes hidrosanitarias, eléctricas y sistemas de aire acondicionado, trabajen sobre un mismo modelo. Esta integración facilita ajustes y actualizaciones en el diseño, optimizando el trabajo en equipo y asegurando la coherencia entre las distintas disciplinas.

Además, los softwares BIM permiten calcular automáticamente las cantidades de obra mediante criterios o filtros establecidos por el modelador, lo que simplifica la elaboración de presupuestos. Esta automatización reduce el riesgo de errores y agiliza el proceso de estimación de costos, como se ejemplifica en la Figura 7.

Figura 7. Tabla de Cantidades generada por Software BIM

<Tabla de planificación de armazones estructurales>

A	B	C	D
Familia y tipo	Nivel de referencia	Material estructural	Volumen
NE-3.60 m			
Concreto Cimentación			
M_Hormigón-Viga rectangular: VG CIM (0.40x0.40m)	NE-3.60 m	Concreto Cimentación	1.56 m³
M_Hormigón-Viga rectangular: VG CIM (0.40x0.40m)	NE-3.60 m	Concreto Cimentación	0.98 m³
M_Hormigón-Viga rectangular: VG CIM (0.40x0.40m)	NE-3.60 m	Concreto Cimentación	0.58 m³
M_Hormigón-Viga rectangular: VG CIM (0.40x0.40m)	NE-3.60 m	Concreto Cimentación	0.99 m³
M_Hormigón-Viga rectangular: VG CIM (0.40x0.40m)	NE-3.60 m	Concreto Cimentación	0.94 m³
M_Hormigón-Viga rectangular: VG CIM (0.40x0.40m)	NE-3.60 m	Concreto Cimentación	0.65 m³
M_Hormigón-Viga rectangular: VG CIM (0.40x0.40m)	NE-3.60 m	Concreto Cimentación	0.22 m³
M_Hormigón-Viga rectangular: VG CIM (0.40x0.60m)	NE-3.60 m	Concreto Cimentación	2.30 m³
M_Hormigón-Viga rectangular: VG CIM (0.40x0.50m)	NE-3.60 m	Concreto Cimentación	0.42 m³
M_Hormigón-Viga rectangular: VG CIM (0.40x0.40m)	NE-3.60 m	Concreto Cimentación	0.57 m³
M_Hormigón-Viga rectangular: VG CIM (0.40x0.50m)	NE-3.60 m	Concreto Cimentación	0.78 m³
M_Hormigón-Viga rectangular: VG CIM (0.40x0.40m)	NE-3.60 m	Concreto Cimentación	1.14 m³
M_Hormigón-Viga rectangular: VG CIM (0.40x0.50m)	NE-3.60 m	Concreto Cimentación	0.83 m³
M_Hormigón-Viga rectangular: VG CIM (0.40x0.40m)	NE-3.60 m	Concreto Cimentación	0.89 m³
M_Hormigón-Viga rectangular: VG CIM (0.60x0.60m)	NE-3.60 m	Concreto Cimentación	0.98 m³
M_Hormigón-Viga rectangular: VG CIM (0.60x0.60m)	NE-3.60 m	Concreto Cimentación	0.88 m³
M_Hormigón-Viga rectangular: VG CIM (0.40x0.40m)	NE-3.60 m	Concreto Cimentación	1.90 m³
M_Hormigón-Viga rectangular: VG CIM (0.40x0.40m)	NE-3.60 m	Concreto Cimentación	1.35 m³
M_Hormigón-Viga rectangular: VG CIM (0.40x0.50m)	NE-3.60 m	Concreto Cimentación	0.72 m³
M_Hormigón-Viga rectangular: VG CIM (0.60x0.50m)	NE-3.60 m	Concreto Cimentación	3.72 m³
M_Hormigón-Viga rectangular: VG CIM (0.60x0.70m)	NE-3.60 m	Concreto Cimentación	1.43 m³
M_Hormigón-Viga rectangular: VG CIM (0.40x0.40m)	NE-3.60 m	Concreto Cimentación	2.02 m³
M_Hormigón-Viga rectangular: VG CIM (0.40x0.40m)	NE-3.60 m	Concreto Cimentación	0.90 m³
M_Hormigón-Viga rectangular: VG CIM (0.40x0.40m)	NE-3.60 m	Concreto Cimentación	0.49 m³
M_Hormigón-Viga rectangular: VG CIM (0.40x0.40m)	NE-3.60 m	Concreto Cimentación	0.79 m³
M_Hormigón-Viga rectangular: VG CIM (0.40x0.40m)	NE-3.60 m	Concreto Cimentación	0.13 m³
M_Hormigón-Viga rectangular: VG CIM (0.40x0.40m)	NE-3.60 m	Concreto Cimentación	0.42 m³
M_Hormigón-Viga rectangular: VG CIM (0.40x0.40m)	NE-3.60 m	Concreto Cimentación	0.68 m³
			29.24 m³

En este ejemplo, se muestra cómo el software BIM calcula automáticamente las cantidades de obra. En particular, se solicita el volumen de concreto necesario para las vigas de cimentación del nivel NE – 3.60 m. El cálculo presenta detalladamente las propiedades de cada elemento, incluyendo el nivel de referencia, el material estructural y el volumen de cada componente. Al final, se muestra el volumen total requerido, lo que facilita la estimación precisa de materiales y costos.

5. Conclusiones

Se espera que, con la implementación de la guía desarrollada en este documento, basada en la práctica AACE No 39R-06, la empresa RINCOL CONSTRUCCIONES S.A.S. logre mejorar sus procesos de planificación de proyectos mediante la adopción de las buenas prácticas y herramientas recomendadas. A partir de este objetivo, se han formulado las siguientes conclusiones:

1. Para lograr una implementación efectiva de los procesos descritos en este trabajo, es esencial utilizar herramientas como la recopilación de datos históricos. En el caso de la organización en estudio, que actualmente carece de registros históricos, disponer de datos precisos y específicos de proyectos anteriores permite una planificación más sólida y realista. Por lo tanto, es imperativo documentar y organizar la información durante el desarrollo de cada proyecto. Sin esta información, la empresa corre el riesgo de basar sus decisiones en datos imprecisos o externos, lo que podría afectar la calidad y eficiencia de sus proyectos. Integrar datos históricos relevantes permite a la empresa adaptar sus estrategias a las condiciones locales y a experiencias previas, optimizando recursos y reduciendo riesgos. Esto no solo mejora la precisión en la estimación de costos y tiempos, sino que también fortalece la capacidad de la empresa para enfrentar desafíos específicos del entorno, promoviendo una mayor competitividad y éxito en sus proyectos.
2. Mantener una comunicación continua y efectiva con todas las partes interesadas en cada fase del proyecto es crucial para definir claramente el alcance y evitar retrasos y sobrecostos. Una comunicación adecuada asegura que las expectativas y necesidades de

todas las partes involucradas sean comprendidas y abordadas desde el inicio, lo que facilita una planificación más precisa y alineada con la realidad del proyecto. Al promover un diálogo constante y transparente, la empresa puede identificar y resolver problemas potenciales de manera oportuna, lo que contribuye a una ejecución más fluida y eficiente, minimizando riesgos y optimizando recursos. Además, una comunicación efectiva no solo ayuda a cumplir con los plazos y presupuestos, sino que también mejora la satisfacción del cliente y refuerza la reputación de la empresa en el competitivo mercado de la construcción. En el caso de la empresa en estudio, aunque existe una buena comunicación con las partes involucradas, se observa la falta de documentación formal, como actas de comité. Esta ausencia genera inconformidades entre los miembros del equipo al discutir temas previos que no quedaron debidamente registrados.

3. En un proyecto de construcción, es esencial realizar cualquier cambio en el alcance o en los diseños en una etapa temprana de la planificación. Abordar estos ajustes antes de que el proyecto avance reduce significativamente las implicaciones en costos y tiempos, evitando sorpresas y sobrecostos que pueden surgir si las modificaciones se efectúan más adelante. En el caso de RINCOL CONSTRUCCIONES S.A.S., donde se observan constantes cambios durante la ejecución de los proyectos y la falta de documentación adecuada, es crucial registrar y comunicar estos cambios de manera clara y oportuna al equipo de trabajo. Esto asegura que todos los miembros estén alineados y comprendan las nuevas directrices, facilitando una implementación más coherente y eficiente. Adoptar este enfoque proactivo no solo ayuda a mantener el proyecto dentro del presupuesto y el

cronograma, sino que también mejora la coordinación del equipo y eleva la calidad final del proyecto.

4. La selección adecuada del tipo de contrato y del método de entrega es esencial para el éxito de cualquier proyecto de construcción. Este proceso debe basarse en un análisis detallado junto con el propietario del proyecto, considerando sus requisitos específicos, el nivel de responsabilidad que está dispuesto a transferir y la disponibilidad de recursos. Un contrato bien definido y un método de entrega apropiado garantizan una alineación más precisa entre las expectativas del propietario y los objetivos del proyecto, lo que facilita una gestión más eficiente y reduce los riesgos. En el caso de la empresa en estudio, se ha observado que los proyectos se ejecutan con mano de obra propia, lo que conlleva una mayor responsabilidad y riesgo para el equipo planificador. Por lo tanto, es aconsejable subcontratar las especialidades, permitiendo a la organización transferir parte de esa responsabilidad y acordar precios y plazos fijos para cada contrato. Esta estrategia no solo disminuye los riesgos asociados con la gestión interna, sino que también proporciona mayor previsibilidad en costos y tiempos de entrega.

6. Recomendaciones

1. El acompañamiento continuo y el apoyo de la gerencia son fundamentales para la exitosa implementación de la metodología mediante la aplicación de buenas prácticas. En el caso de la organización en estudio, se observa una deficiencia en la organización y planificación de los proyectos, atribuida en parte a la presión constante que ejercen los clientes sobre la gerencia y la presión de la gerencia sobre el equipo para acelerar el desarrollo. Por lo tanto, es crucial que la gerencia establezca directrices claras tanto para sus clientes como para sus colaboradores respecto a los tiempos adecuados para la planificación. Esto permitirá minimizar riesgos y contribuirá al éxito de los proyectos al fomentar una planificación más eficiente y organizada.
2. Es fundamental que los profesionales del equipo de planificación cuenten con la experiencia necesaria, ya que las herramientas y técnicas propuestas en el documento requieren de un juicio experto. Sin dicha experiencia, los procesos podrían incurrir en errores, resultando en sobrecostos y retrasos que afectarían negativamente a la organización. Para RINCOL CONSTRUCCIONES S.A.S., es esencial contratar profesionales con una sólida trayectoria en la planificación de proyectos constructivos. La edad promedio baja de sus colaboradores actuales refleja una falta de madurez en la planificación. Por ello, es crucial equilibrar el equipo con una combinación de personal joven y experimentado. Esto permitirá un cambio generacional efectivo, en el que los colaboradores más jóvenes adquieran la experiencia necesaria bajo la guía de profesionales más veteranos, mejorando así la calidad y eficacia en la planificación de proyectos.

3. El uso de herramientas como las evaluaciones de constructibilidad, la ingeniería de valor y la metodología BIM puede tener un impacto significativamente positivo en el desarrollo de proyectos, al generar ahorros en costos y reducir tiempos. No obstante, su implementación exitosa depende de contar con profesionales capacitados, como se ha mencionado previamente. En la organización en estudio, se observa una falta de adopción de nuevas metodologías y tecnologías, lo que podría relegar a la empresa en el mercado. Las empresas que se adaptan a las demandas actuales y adoptan nuevas tecnologías son las que logran destacarse y posicionarse exitosamente en su sector. Por lo tanto, es crucial que la organización promueva la actualización y capacitación continua de su personal, para mantenerse competitiva y aprovechar plenamente las ventajas de las metodologías modernas.
4. Para RINCOL CONSTRUCCIONES S.A.S., es esencial cultivar una sólida cultura de registro de lecciones aprendidas, dado que cada proyecto ofrece enseñanzas valiosas que pueden mejorar la planificación y ejecución de futuros trabajos. Documentar tanto los desafíos como las soluciones efectivas contribuye a identificar problemas y optimizar procesos, además de prevenir errores recurrentes. Establecer procedimientos claros para la recopilación y análisis de estas experiencias garantiza que el conocimiento adquirido se aplique de manera efectiva, permitiendo una continua mejora en los proyectos futuros.

Referencias Bibliográficas

- AACE Colombia. (2019). *ACERCA DE AACE: AACE International*. Obtenido de AACE COLOMBIA SECTION: <https://www.aace-colombia.org/aaceinternational>
- AACE International. (2011). *39R-06: Project Planning - As Applied in Engineering and Construction for Capital Projects*.
- Chamoun, Y. (2002). *Administración profesional de proyectos*. McGraw-Hill Interamericana.
- García, L. (2023). *Identificar los riesgos*. UIS.
- Project Management Institute. (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)* (Sexta ed.). Newtown Square, Pennsylvania, EE.UU.: Project Management Institute, Inc.
- Sandoval, D., Bermúdez, E., & Torres, H. (2018). *PLANTEAMIENTO GERENCIAL DE UNA ESTRATEGIA TÉCNICA PARA LA SELECCIÓN DE LOS METODOS ALTERNATIVOS DE ENTREGA DE PROYECTOS Y EL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN BIM EN ORGANIZACIONES PYMES DEL SECTOR DE CONSTRUCCIÓN DE BOGOTÁ D-C*. Universidad Católica de Colombia, Bogotá.
- Trejo, N. (2018). *ESTUDIO DE IMPACTO DEL USO DE LA METODOLOGÍA BIM EN LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE PROYECTOS DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN*. Universidad de Chile, Santiago de Chile.