

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**PROPUESTA DE PROGRAMA DE CURSO DE
ESPECIALIZACIÓN DE GERENCIA DE PROYECTOS
DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES**

PRESENTADO POR:

**OSCAR ANTONIO, AGUIRRE GARCÍA
SANDRA NOEMY, CÓRDOVA SÁNCHEZ
GUSTAVO ENRIQUE, RUIZ GAVIDIA**

PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO(A) CIVIL

CIUDAD UNIVERSITARIA, JULIO 2025

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR :

M.Sc. JUAN ROSA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL:

LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO :

ING. LUIS SALVADOR BARRERA MANCÍA

SECRETARIO :

ARQ. RAÚL ALEXANDER FABIÁN ORELLANA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

DIRECTOR :

M.Eng. Ing. CARLOS ALBERTO ESCOBAR FLORES

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Trabajo de Grado previo a la opción de:

INGENIERO(A) CIVIL

Título :

**PROPUESTA DE PROGRAMA DE CURSO DE
ESPECIALIZACIÓN DE GERENCIA DE PROYECTOS
DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES**

Presentado por :

**OSCAR ANTONIO, AGUIRRE GARCÍA
SANDRA NOEMY, CÓRDOVA SÁNCHEZ
GUSTAVO ENRIQUE, RUIZ GAVIDIA**

Trabajo de Grado Aprobado por:

Docentes Asesores :

Ing. José Ranulfo Cárcamo y Cárcamo.

**Ing. Fernando de Jesús Sandoval Segura.
(Asesor externo)**

San Salvador, julio 2025

Trabajo de Grado Aprobado por:

Docentes Asesores :

Ing. José Ranulfo Cárcamo y Cárcamo.

Ing. Fernando de Jesús Sandoval Segura.

(Asesor externo)

Agradecimientos por: Oscar Antonio Aguirre García

A Dios, por guiar mis pasos, darme fortaleza en los momentos difíciles y poner en mi camino a las personas adecuadas para lograr esta meta.

A mi madre, Susana Aguirre, y a Arturo Pineda, por su amor, apoyo incondicional y sabios consejos. A mis hermanos, Manuel y Graciela Aguirre, por alegrar mis días y ser parte de este logro.

A mis suegros, María del Carmen y Moris Bernal, por su apoyo constante y compañía en este proceso.

A mis compañeros de tesis, Gustavo Ruíz y Sandra Córdova, por su compromiso, paciencia en cada etapa del trabajo de graduación.

A mi mejor amigo, Emmanuel Henríquez, por sus palabras de aliento, confianza, y amistad que me impulsaron siempre a seguir adelante.

A mis fieles compañeros de cuatros patas, Manny, Rin y Robin, por acompañarme en las largas jornadas de estudio y darme paz en los momentos más difíciles.

A todos los amigos y compañeros que tuve durante mi carrera, gracias por hacerlo más valioso y llevadero, este logro también es suyo.

Y no menos importante, a mi esposa, Priscila Bernal, gracias por su amor incondicional, por su apoyo firme y confiar en mí incluso cuando yo dudaba de mis capacidades. Mis logros siempre serán tuyos.

Agradecimientos por: Sandra Noemy Córdova Sánchez

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a los asesores de tesis, el ing. José Ranulfo Cárcamo y Cárcamo y al ing. Fernando de Jesús Sandoval Segura, por su invaluable orientación, paciencia y conocimiento.

Agradezco a mis compañeros de tesis, Gustavo Ruíz y Oscar García por las discusiones estimulantes y por el ambiente de colaboración que enriqueció mi experiencia de aprendizaje.

Quiero agradecer profundamente a mi familia, mi madre Raquel Sánchez, mi padre Luis Córdova, mis tíos Cecilia Sánchez e Ideraldo Hernández, mis hermanas Andrea Hernández, Brenda Córdova y Raquel Torres por su amor y apoyo inquebrantable durante mi carrera académica.

A mis amigos Luis García, Vania Cruz, Diana Parada, Flor Alvarado, Emely Avendaño, Tamara Ramírez, Marta Herrera y Julio Reyes, quienes merecen un agradecimiento especial por estar siempre ahí para ofrecer su apoyo y buenos momentos de distracción.

También agradecer a mi familia política Ruth Alvarado, José López, Eunice y Xenia Alvarado, quienes me acogieron y me dieron fortaleza para seguir adelante.

Y un agradecimiento excepcional a mi pareja Joel López por su amor incondicional, comprensión y ánimo constante. Su fe en mis capacidades ha sido una fuente de motivación y fuerza durante todo este proceso.

Agradecimientos por: Gustavo Enrique Ruiz Gavidia

A Dios Todopoderoso, por darme la sabiduría e inteligencia para culminar mis estudios, proveerme todo lo necesario y colocarme a las personas adecuadas a lo largo de esta etapa.

A mis padres, Gustavo Ruiz Méndez y Alma Gavidia de Ruiz, por brindarme su apoyo incondicional tanto espiritual, emocional, financiera y materialmente, este triunfo también es de ustedes, a mi abuela Alma Lucina Clará, a mis tías Eneida Gavidia y Raquel Gavidia y demás familia, por enseñarme los valores y principios que me han permitido culminar esta etapa.

A mis compañeros, de tesis Sandra Córdova y Oscar Aguirre, por el apoyo y esfuerzo brindado a lo largo de este proceso.

A mis amigos y compañeros de estudio, Luis Fernando Serrano, Beatriz Peña, Adriana Reyes, Vania Cruz, Esmeralda Galdámez, Erick Sánchez, Mercy Arenivar, Katherine Gonzales, Diana Paredes, José Menjívar, Ángel García y demás compañeros, sin su ayuda en las actividades y proyectos realizados en las distintas materias cursadas, este logro no sería posible.

A mis docentes asesores, Ingenieros José Cárcamo y Fernando Sandoval, por compartir su conocimiento y experiencia para la realización de este trabajo de graduación.

Índice

INTRODUCCIÓN	xv
CAPÍTULO I GENERALIDADES.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del problema	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo General.	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	2
1.4 Alcances	3
1.5 Justificación	3
CAPÍTULO II INTRODUCCIÓN A LA GERENCIA DE PROYECTOS	4
2.1 Definición de proyecto	4
2.2 Ciclo de vida de un proyecto.....	5
2.3 Gerencia de proyectos.....	10
2.3.1 Gerente de proyecto.....	10
2.3.2 Responsabilidades del Gerente de Proyecto Contratista	11
2.4 Planificación de proyectos	14
2.4.1 Técnicas de planificación	14
2.4.2 Herramientas de programación.....	21
2.5 Metodología de Gestión de proyectos	55
2.5.1 Metodología Agile.....	56
2.5.2 Metodología Scrum	57

2.5.3	Metodología ISO 21500	59
2.5.4	Metodología PRINCE2	61
2.5.5	Metodología OPEN PM2	64
2.5.6	Metodología IPMA: ICB	65
2.5.7	Metodología de gestión de proyectos de cadena crítica	68
2.5.8	Metodología de proyecto en cascada	69
2.5.9	Metodología BIM (Building Information Modeling)	72
CAPÍTULO III IDENTIFICACIÓN Y CONCEPTUALIZACIÓN DEL PROYECTO		79
3.1	Conceptualización del proyecto	79
3.1.1	Alcance del proyecto	80
3.1.2	Fase de diseño y planificación	80
3.1.3	Fuentes de financiamiento	81
3.2	Reclutamiento y selección de especialistas	84
3.2.1	Perfil de los especialistas requeridos	85
3.3	Diseño del proyecto	97
3.4	Proceso de Licitación	100
3.4.1	Proceso de licitación pública	101
3.4.2	Proceso de licitación privada	112
3.5	Fase de construcción o ejecución	113
CAPÍTULO IV GESTIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO		114
4.1	Gestión de recursos	114
4.1.1	Recursos financieros	117

4.1.2	Recursos humanos	117
4.1.3	Recursos materiales.....	118
4.2	Gestión de calidad	118
4.3	Gestión de Salud y Seguridad Ocupacional, Ambiental y Social.	133
4.3.1	Salud y Seguridad Ocupacional	133
4.3.2	Gestión ambiental	141
4.3.3	Gestión Social	142
4.4	Gestión de personal.....	143
4.4.1	Reclutamiento y selección de personal	143
4.5	Gestión Técnica del Proyecto	148
4.5.1	Control de cronograma del proyecto	148
4.5.2	Revisión del diseño	149
4.6	Gestión Financiera del Proyecto	150
4.6.1	Presupuesto	151
4.6.2	Estimación.....	152
4.6.3	Orden de cambio.....	156
4.6.4	Seguimiento del avance físico – financiero	160
CAPÍTULO V LIQUIDACIÓN DEL PROYECTO		166
5.1	Estimación de Liquidación	166
5.2	Cuadros de Liquidación	169
5.3	Planos como construido.....	173
5.3.1	Proceso de elaboración de planos como construido	174
5.4	Actas de Recepción	176

5.4.1	Acta de recepción parcial	176
5.4.2	Acta de recepción definitiva	177
5.5	Funcionamiento de la Obra.....	179
5.6	Garantías	180
5.6.1	Procedimiento De Devolución De Garantías.....	183
5.7	Informe De Liquidación.....	187
5.8	Cierre del Proyecto	190
CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		193
6.1	Conclusiones	193
6.2	Recomendaciones	195
Bibliografía.....		197

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma de fases de un proyecto.....	8
Figura 2 Proyecto con dos ciclos independientes entre sí	10
Figura 3 Ejemplo de organigrama típico de un proyecto.....	13
Figura 4 Diagrama de Gantt – Ejemplo.....	15
Figura 5 Diagrama de Precedencia – Ejemplo	17
Figura 6 Curva S – Ejemplo.....	19
Figura 7. Representación gráfica regla 1	21
Figura 8. Representación gráfica regla 2	21
Figura 9 Proceso de Creación de una herramienta de programación.....	23
Figura 10 Ejemplo de Estructura de Desglose de Trabajo.....	25
Figura 11 Curva S – Ejemplo.....	34
Figura 12 Ejemplo EDR	44
Figura 13 Marco de trabajo Scrum.....	59
Figura 14 Principios Metodologías PRINCE2	62
Figura 15 Competencias IPMA	67
Figura 16 Consecución de objetivos parciales.....	70
Figura 17 Triangulo de hierro de la metodología en cascada	72
Figura 18 Entorno de Datos Colaborativo.....	75
Figura 19 Dimensiones BIM.....	78
Figura 20 Especialistas involucrado en las etapas de un proyecto de construcción	86
Figura 21 Participación del gerente en el ciclo de vida del proyecto.....	87

Figura 22 Estructura de desglose de recursos.....	117
Figura 23. Hoja 1 de formato de preparatoria.....	128
Figura 24. Hoja 2 de formato de preparatoria.....	129
Figura 25. Formato de Inspección Inicial.....	130
Figura 26. Hoja 1 de formato de inspección de seguimiento.....	131
Figura 27. Hoja 2 de formato de inspección de seguimiento.....	132
Figura 28. Andamio.....	135
Figura 29. Eslinga.....	135
Figura 30. Camilla de primeros auxilios.....	135
Figura 31. Línea de vida.....	135
Figura 32. Inspección de equipo de protección personal.....	137
Figura 33 Inspección de extintores Fuente: Elaboración Propia.....	137
Figura 34. Inspección de Maquinaria.....	138
Figura 35 Inspección de almacenamiento de productos químicos y sustancias peligrosas.....	139
Figura 36. Humectación en proyecto con pipa.....	142
Figura 37. Proceso de revisión de diseños.....	150
Figura 38. Procedimiento para realización de estimaciones.....	155
Figura 39 Formato de estimación de liquidación. Fuente: Elaboración propia	168
Figura 40 Formato propuesto de Acta de Recepción Provisional.....	178
Figura 41 Formato propuesto de Acta de Recepción Definitiva.....	179

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Costos de Proyecto - Ejemplo.....	33
Tabla 2 Niveles de precisión de un presupuesto	38
Tabla 3 Niveles de Impacto del Proyecto.....	45
Tabla 4 Probabilidad de ocurrencia de riesgos	46
Tabla 5 Acciones a tomar por nivel de riesgo	47
Tabla 6 Matriz de comunicaciones – Ejemplo.....	52
Tabla 7 Componentes Clave de la Metodología PRINCE2: Principios, Temáticas y Procesos	63
Tabla 8: Registro de accidentes.....	140
Tabla 9: Registro de charlas	140
Tabla 10: Registro de amonestaciones.....	141
Tabla 11 Ejemplo de formato de cuadro de liquidación	171

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación desarrolla una propuesta para un curso de especialización en Gerencia de Proyectos de Construcción de Obras Civiles en la carrera de ingeniería civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, con el objetivo de responder la necesidad de fortalecer la formación de los futuros profesionales en dicha área. Se proponen actividades practicas relacionadas con la toma de decisiones en proyectos de construcción, el uso de recursos, cumplimiento de normativas técnicas vigentes, sociales, ambientales, de salud y seguridad ocupación; o el seguimiento apropiado de una obra.

Iniciando con el CAPÍTULO I GENERALIDADES. En donde se exponen los antecedentes, objetivos, alcances y justificación del trabajo de graduación, para continuar con el CAPÍTULO II INTRODUCCIÓN A LA GERENCIA DE PROYECTOS, en donde se introduce a los conceptos básicos sobre la gerencia de proyectos de construcción, el ciclo de vida de un proyecto y las metodologías más utilizadas en el sector de la construcción; como, por ejemplo, la metodología de la cadena crítica, en cascada y BIM.

Posteriormente, en el CAPÍTULO III IDENTIFICACIÓN Y CONCEPTUALIZACIÓN DEL PROYECTO, se aborda la identificación y conceptualización de un proyecto de construcción, ahondando en temas como la planificación, diseño del proyecto, selección de perfiles técnicos involucrados en

cada fase del proyecto, proceso de licitación y la ejecución. En este capítulo se detallan también los tipos de financiamiento posibles, tanto públicos, asocio público privados y totalmente privados.

Más adelante, en el CAPÍTULO IV GESTIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO, se explica la gestión de recursos de toda índole involucrada en un proyecto de construcción de obras civiles, es decir, recursos humanos, materiales y financieros.; así como la gestión de calidad, salud y seguridad ocupacional, medio ambiente y aspectos sociales. Asimismo, se incluyen temas relacionados al control del cronograma, revisión del diseño del proyecto, presupuesto, estimaciones, órdenes de cambio y el seguimiento físico financiero de un proyecto de construcción.

Finalmente, en el CAPÍTULO V LIQUIDACIÓN DEL PROYECTO, se abordan los aspectos involucrados en la liquidación y cierre del proyecto, como la elaboración de informes finales, actas de recepción definitivas, planos como construido y las garantías exigidas al momento de finalizar el proyecto de construcción.

CAPÍTULO I GENERALIDADES.

1.1 Antecedentes

El origen de la gestión o dirección de proyectos puede situarse a comienzos del siglo XX, considerándose la aparición de los primeros métodos. Se podría situar su inicio como disciplina con la aparición del Diagrama de Gantt, en 1917, la metodología PERT (Program Evaluation and Review Technique) y CPM (Critical Path Method) que llegan a mediados de los 50, dándose en esa década cuando las organizaciones comenzaron a aplicar sistemáticamente las herramientas y técnicas de gestión de proyectos. Para 1969 nace en los Estados Unidos el PMI (Project Management Institute) el cual publicó en 1987 la primera edición de la guía PMBOK (Project Management Body of Knowledge) que es el estándar actual para la gestión de proyectos.

En 1998 tanto The American National Standards Institute (ANSI) como el Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) reconocieron el PMBOK como estándar a nivel mundial, asimismo el PMI es el responsable de la creación del programa de certificación PMP (Project Management Professional) con el objetivo de profesionalizar el rol de gestor de proyectos.

1.2 Planteamiento del problema

En la industria de la construcción se tiene un incremento de oportunidades de trabajo en el cargo de gerentes de proyectos, donde se vuelven necesarios conocimientos y habilidades que permitan dirigir obras civiles de manera que se cumpla con la calidad, tiempo y presupuesto formulados. Sin embargo, para la formación de profesionales, los planes de estudios de pregrado disponibles no

poseen opciones relacionadas a la gerencia de proyectos de construcción de obras civiles, donde se detallen conocimientos y talleres de aplicación que preparen al profesional para las oportunidades relacionadas a la gerencia de proyectos de construcción. La falta de formación especializada provoca que los profesionales egresados no cuenten con las competencias necesarias para enfrentar los desafíos del sector, tales como, la administración de recursos (económicos, mano de obras y materiales) y el cumplimiento de normativas ambientales, sociales y de seguridad. Dándose como resultados retos en la capacidad de planificación, ejecución y control de proyectos, lo cual puede derivar en sobrecostos, retrasos y problemas de calidad en las obras.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General.

Proponer el programa de estudio y contenido del curso de especialización denominado: Gerencia de Proyectos de Construcción de Obras Civiles.

1.3.2 Objetivos Específicos.

1. Conceptualizar el conjunto de competencias para la gerencia de proyectos en construcción a través de un contenido programático que incluya el perfil del gerente, la planificación de proyectos y herramientas tecnológicas.
2. Determinar los contenidos a incluir en el programa de estudio del curso de especialización denominado: Gerencia de Proyectos de Construcción de Obras Civiles.

3. Proponer actividades prácticas que puedan ser implementadas en el curso de especialización para mejorar las competencias en planificación y control de proyectos de construcción.
4. Realizar un diagnóstico a estudiantes de tercer y cuarto año de la carrera de ingeniería civil de la Universidad de El Salvador, a través de encuestas sobre la implementación del curso de especialización denominado: Gerencia de Proyectos de Construcción de Obras Civiles.

1.4 Alcances

1. Obtener el contenido programático del curso de especialización en Gerencia de Proyectos de Construcción de Obras Civiles, utilizando recursos bibliográficos que cubra los aspectos teóricos y prácticos necesarios para el desarrollo académico de este.
2. Presentar los resultados obtenidos del diagnóstico a estudiantes de tercer y cuarto año de la carrera de ingeniería civil de la Universidad de El Salvador.
3. Realizar un plan para la implementación del curso de especialización en gerencia de proyectos de construcción de obra civiles, que conlleve su respectivo cronograma de actividades teóricas, prácticas y de evaluación.

1.5 Justificación

La industria de la construcción enfrenta una constante evolución en términos de tecnología, métodos y prácticas. Es por ello que se propone el desarrollo del contenido programático para el curso de especialización en Gerencia de Proyectos de Construcción para así poder introducir a los futuros profesionales en los aspectos técnicos y administrativos que conlleva la gerencia de proyectos de construcción.

CAPÍTULO II INTRODUCCIÓN A LA GERENCIA DE PROYECTOS

2.1 Definición de proyecto

Un proyecto es un esfuerzo que se lleva a cabo por un tiempo limitado con la finalidad de crear un producto, servicio o resultado único. Esto significa que un proyecto tiene un inicio y un final bien definidos. Termina cuando los objetivos se alcanzan, cuando se decide que no se alcanzarán o cuando ya no hay una necesidad de continuar. Aunque un proyecto es de carácter temporal, eso no significa que sea de corta duración, ya que existen proyectos que se diseñan para crear algo que dure mucho tiempo. Por ejemplo, un proyecto para construir un hospital nacional, un puente, un aeropuerto; tiene como objetivo crear infraestructuras que duren décadas. Por otra parte, los proyectos pueden tener efectos sociales, económicos y medio ambientales que van más allá de la vida de éste.

Cada proyecto es único y tiene su propia complejidad. Aunque algunos aspectos puedan repetirse, como el uso de materiales y equipos similares, cada proyecto sigue siendo único en su conjunto. Por ejemplo: aunque se construyan múltiples edificios utilizando los mismos equipos, los mismos materiales, las mismas características estructurales (uso, configuraciones de carga, etc.), cada edificio es único debido a su ubicación, lo que lleva a que cada uno posea circunstancias específicas debido al cambio de emplazamiento.

Algunos ejemplos de proyectos son:

- Desarrollo de productos o servicios.
- Implementación de cambios organizacionales.

- Desarrollo de sistema de información.
- Implementación de procesos.
- Proyectos de construcción de obras civiles.

En el contexto de los proyectos de construcción de obras civiles, estos principios se aplican de manera particular. Los proyectos de construcción, como puentes, carreteras, edificios, etc., se caracterizan por su complejidad y escala, lo que requiere una planificación y coordinación detallada. Cada proyecto de construcción es único, ya que debe adaptarse a las especificaciones del diseño, condiciones del sitio y requisitos de los clientes, generalmente involucran la coordinación con múltiples disciplinas y especialidades. La duración de los proyectos de construcción de obras civiles puede variar ampliamente, desde unos pocos meses hasta varios años, dependiendo de la envergadura de estos. A lo largo de su ciclo de vida, un proyecto de construcción enfrenta desafíos únicos que se deben gestionar precavidamente para asegurar que la obra final entregada cumpla con los estándares de calidad y objetivos establecidos.

2.2 Ciclo de vida de un proyecto

Al considerar un proyecto como una serie de fases relacionadas entre sí, existen posibilidades que pueden ser mejores que otras para asegurar el éxito de éste; ya que la suma de las fases del proyecto definirá su ciclo de vida. Por ello, se divide el proyecto en varias fases para que cada una de ellas resulte más práctica de manejar en lugar de controlar completamente el proyecto al mismo tiempo. El ciclo de vida del proyecto variaría según su naturaleza presenta, por lo que no hay una forma

ideal de organizarlo. A pesar de ello, por lo general un proyecto se puede desarrollar en las siguientes fases.

Inicio

Planteamiento del problema

En esta fase se identifica el problema o necesidad que se debe satisfacer.

Objetivo del proyecto

Se realiza una estimación de necesidades y posibles problemas para realizar el proyecto con el fin de obtener posibles alternativas para cubrir esas necesidades, realizando una primera estimación de recursos, costos y plazos de ejecución, es decir, una primera aproximación a la planificación del proyecto observando su viabilidad legal con sus normativas aplicables.

- Estudio de viabilidad

En esta fase, se especifican las fuentes de financiamiento, los requisitos para la elaboración del proyecto, se evalúa las distintas alternativas, se calculan los recursos, costos, plazos y se realiza una planificación. Estos documentos respaldarán la oferta para la presentación del cliente, que conlleva a la toma de decisión, es decir si se realizará el proyecto o no.

Planificación

- Diseño y presupuesto

En esta etapa se realiza un diseño técnico del proyecto, identificando las soluciones más efectivas para cada especialidad, se asigna el presupuesto, es decir los

materiales, herramientas, equipos y mano de obra. Al validar el diseño se ajustan las especificaciones técnicas a requerir y se puede comenzar a elegir los subcontratos.

- Garantías

Las garantías en proyectos de construcción son mecanismos contractuales que buscan asegurar la calidad y durabilidad de la obra entregada. Su aplicación permite que, en caso de defectos o incumplimientos, el contratista tenga la responsabilidad de realizar las correcciones necesarias.

Ejecución

- Realización de la obra

La fase de ejecución y control se debe tener un seguimiento técnico y un seguimiento económico.

El seguimiento técnico se refiere a controlar el avance de las tareas y actividades realizadas, comparando con los datos reales planificados, reuniones con el equipo de proyecto y el cliente para informar el avance y replanificación en caso de ser necesario, ya sea por retraso, cambio de orden de las tareas o reasignación de recursos.

El seguimiento económico se refiere a controlar las horas invertidas por cada miembro del equipo y trabajo realizado, llevar la facturación ordenada de las entradas y salidas de efectivo y monitorear los pagos realizados a los subcontratos.

Para asegurar el éxito del proyecto, cada fase de las previamente mencionadas debe completarse con éxito una tras la otra, es decir, no puede completarse la

siguiente fase si no se completó exitosamente la anterior ya que cada una no es independiente de la otra. Por ejemplo: no se puede iniciar con el colado de columnas si no se ha realizado exitosamente el colado de las fundaciones. Por lo tanto, cada fase es un esfuerzo continuo e interrelacionado porque los resultados de una fase son utilizados como insumos para la siguiente.

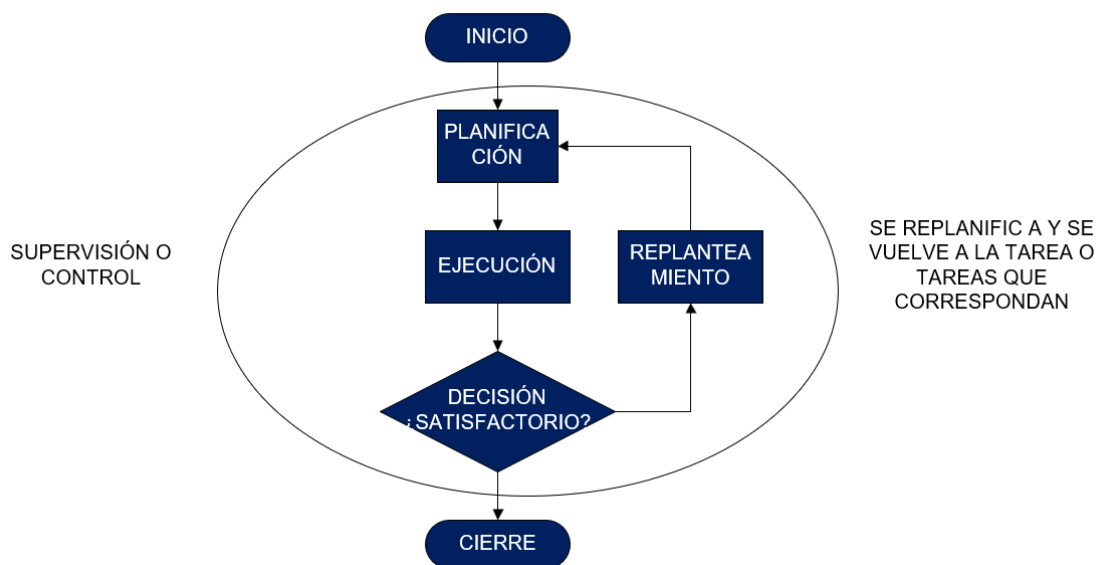


Figura 1. Flujograma de fases de un proyecto

Fuente: Elaboración propia

Según la Figura 1 la etapa de inicio da paso a la de planificación. Al desarrollarse y aprobarse la planificación del proyecto, comienza la etapa de ejecución de este. A medida que esta etapa, o fase, avanza, se debe de llevar un proceso de supervisión, o control, que revisa si el proyecto está alcanzado las metas u objetivos que se plantean en cada una de las fases. En caso de que la supervisión dé como resultado que se deben readaptar los planes originales, se lleva a cabo un

replanteamiento y se adaptan los objetivos definidos en la planificación y se reinicia el proceso de ejecución. Luego, la decisión tiene un rol importante como punto de evaluación que determina si el avance del proyecto es conforme a lo planificado. Dicha decisión se basa en criterios técnicos o de cumplimientos contractuales, y define si el proyecto puede avanzar al cierre o si la tarea o actividad ejecutada requiere de ajustes. Cuando se identifica correctamente la necesidad a corregir, se da lugar al replanteo, donde se revisarán y modificarán los planes originales para realinear al proyecto con sus objetivos.

Una vez los resultados se consideren satisfactorios, se procede a la fase de cierre, donde no sólo se da una finalización técnica de las actividades, sino también deben cerrarse de manera legal y administrativa, dejando constancia formal de dicha conclusión.

No obstante, también existen proyectos donde las tareas a realizar se consideren un proyecto independiente, o una fase del ciclo de vida de este. Por ejemplo, un análisis de viabilidad técnica y económica de un proyecto puede ser tratado como un proyecto en sí; así como ser tratado como la primera fase de este. Esto se debe a que, cuando existen proyectos de gran complejidad, se puede dar el caso que existan varios ciclos y que estos tengan relación de dependencia, que se condicionen unos a otros o que se den en paralelo, por ejemplo: la instalación de los sistemas hidrosanitarios y sistemas eléctricos. Por ello, a continuación, se presenta un ejemplo de proyecto con dos ciclos, donde se muestra el principio y fin de cada proyecto independiente, cada uno con su fase de planificación, ejecución y supervisión.

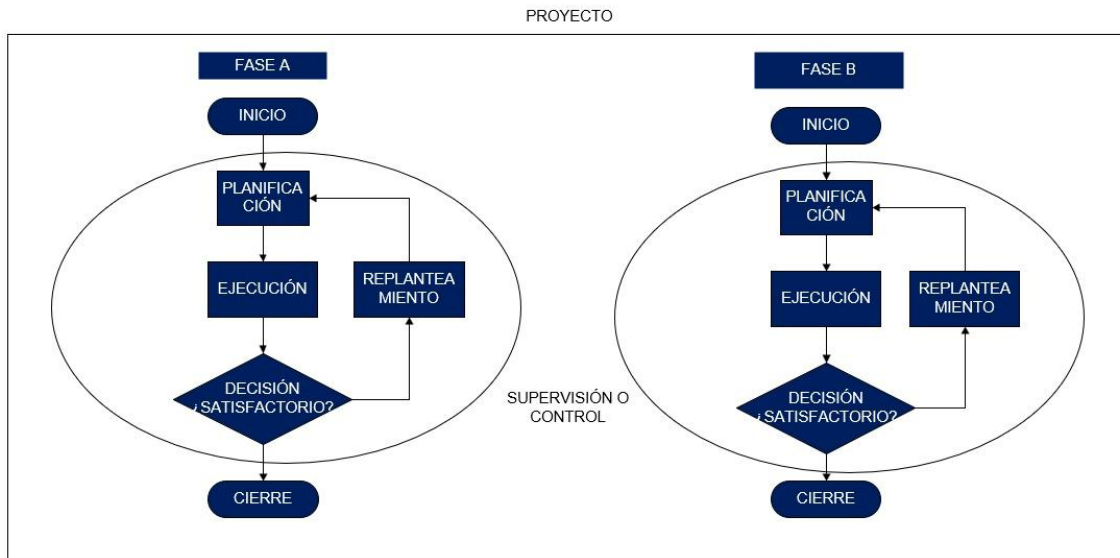


Figura 2 Proyecto con dos ciclos independientes entre sí

Fuente: Elaboración propia

Y así el proyecto se podría dividir en cuantos ciclos fueran necesarios en función de las necesidades y complejidades que este acarree.

2.3 Gerencia de proyectos

Es la capacidad de planificar, organizar, dirigir y controlar los recursos para lograr los objetivos de un proyecto, dentro de un marco temporal y presupuestario definido.

2.3.1 Gerente de proyecto

1. Gerente general o administrador de contrato

Tiene la máxima autoridad sobre el proyecto delegada por el propietario. Es el principal interesado y responsable de la inversión, aprobación y supervisión general del proyecto.

2. Gerente de proyecto supervisión

Reporta directamente al gerente general o administrador de contrato los avances, retrasos y cualquier modificación propuesta por el contratista (previamente evaluados por sus respectivos especialistas).

3. Gerente de proyecto contratista.

Reporta al gerente de supervisión los avances, retrasos y cualquier modificación que se quiera realizar. Gestiona las diferentes áreas del proyecto y se asegura de que cumpla con los objetivos de tiempo, costo, alcance y calidad. Entre las áreas más comunes en un proyecto de construcción están:

- **Área de Construcción:** Se encarga de la ejecución física del proyecto
- **Área de Control de Calidad:** Es responsable de verificar que los productos o resultados del proyecto cumplan con los estándares y requisitos de calidad.
- **Área de Costos y Presupuesto:** Gestiona el presupuesto y los recursos financieros del proyecto.

2.3.2 Responsabilidades del Gerente de Proyecto Contratista

El trabajo de un gerente de proyecto se relaciona con las actividades administrativas de planificación, organización, dirección y control de los recursos a su cargo (personal, presupuesto, equipo y materiales) para satisfacer los requerimientos técnicos de costo y de tiempo que permitan finalizar con éxito el proyecto bajo su responsabilidad según se haya acordado.

Las responsabilidades de un gerente son:

1. Gestión de Recursos

Una gestión adecuada de proyectos ayuda a optimizar el uso de los recursos, tanto humanos como materiales. Esto implica asignar los recursos correctos a las tareas adecuadas y asegurarse de que se utilicen de manera eficiente para evitar el desperdicio y maximizar la productividad.

2. Control de Costos

La gerencia de proyectos permite un control riguroso de los costos a través de presupuestos detallados y seguimiento constante. Esto previene sobrecostos y asegura que el proyecto se mantenga dentro del presupuesto asignado.

3. Gestión del Tiempo

La planificación de proyectos incluye la creación de cronogramas detallados que establecen plazos claros para cada fase del proyecto. Esto asegura que se cumplan los tiempos establecidos y se tomen acciones correctivas cuando ocurran retrasos.

4. Calidad y Satisfacción del Cliente

El gerente garantiza que el proyecto cumpla con los estándares de calidad requeridos. Esto se logra mediante una planificación detallada, ejecución rigurosa y control continuo.

5. Identificación y Gestión de Riesgos

El gerente de proyectos permite identificar posibles riesgos desde las etapas iniciales del proyecto y desarrollar estrategias para mitigar esos riesgos. Esto reduce la probabilidad de imprevistos y problemas graves durante el desarrollo del proyecto.

6. Comunicación Efectiva

El gerente de proyectos facilita la comunicación clara y constante entre todo el personal del proyecto. Esto asegura que todos los involucrados estén informados sobre el progreso y cualquier cambio que pueda surgir, ya que pueden ocurrir de forma imprevista y las condiciones pueden variar.

Organigrama

Un organigrama es un esquema o representación gráfica de la estructura de una organización, que refleja los departamentos con su respectivo responsable a cargo y cómo se relaciona cada área entre sí.



Figura 3 Ejemplo de organigrama típico de un proyecto

Fuente: Elaboración propia

En el ejemplo del organigrama presentado tiene una estructura jerárquica básica, lo que significa que las líneas de autoridad fluyen de derecha a izquierda, distribuyendo las responsabilidades del proyecto de manera clara y ordenada.

2.4 Planificación de proyectos

Implica evaluar los riesgos o problemas que podrían surgir, definir las actividades y tareas necesarias para lograr los objetivos del proyecto, identificar los recursos requeridos y establecer un plan de seguimiento.

2.4.1 Técnicas de planificación

2.4.1.1 Diagrama de barras

El concepto básico del diagrama de barras es la representación de una actividad en forma de barra cuya longitud representa la duración estimada para dicha actividad. Esta misma barra puede usarse también para graficar el avance real de la actividad a través del tiempo.

Los diagramas de barra son desarrollados descomponiendo el trabajo en diversos componentes.

En la elaboración de un diagrama de barra se coloca en la columna uno el nombre de la actividad, en la siguiente columna se coloca la duración de cada actividad, normalmente en días y se dibujan las barras dentro de una escala de tiempo.

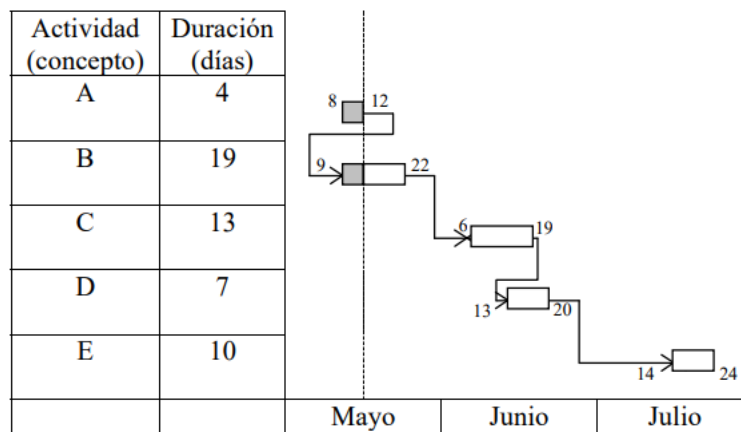


Figura 4 Diagrama de Gantt – Ejemplo

Fuente: Capítulo 3, Métodos y técnicas de planeación y control de proyectos.

Las partes sombreadas de las barras representan el progreso del proyecto a la mitad del mes de mayo. Lo que es posible indicar en el diagrama de Gantt la productividad de cada una de las actividades

2.4.1.2 Método de Ruta Crítica (CPM)

El objetivo principal del método es encontrar la cadena específica de actividades que no pueden ser retrasados o desfasados en el tiempo, sin que se tenga un atraso en la fecha final de la programación. Esta ruta conecta varias actividades desde el inicio hasta el final de la programación y se le conoce como ruta crítica.

Existen dos herramientas dentro del método de la ruta crítica

- Tabla de secuencia y precedencia

Puesto que el método de precedencia está orientado a las actividades, las relaciones entre ellas se forman vinculando las actividades, y estos vínculos son referidos como líneas de dependencia.

La información básica consiste en enumerar las actividades o nominar las actividades, indicar las dependencias entre estas.

- Diagrama de flechas

Este método consiste en elaborar una red o diagrama, en el que se muestran todas las actividades pertenecientes a la elaboración de un proyecto. Dicha red muestra una secuencia lógica en la que debe realizarse dicho proyecto, y se especifica la interdependencia entre una actividad y otra. En este tipo de red las actividades se representan mediante flechas, mientras que la unión entre una actividad y otra se representa con la ayuda de nodos

ACTIVIDAD	DEPENDENCIA	DURACIÓN (DÍAS)
A	INICIO	4
B	INICIO	2
C	INICIO	3
D	A	2
E	B, D	1
F	C	4
G	D	4
H	F	3
I	G	5
J	E, H	3
K	E, H	6
L	I, J	9
M	K	5

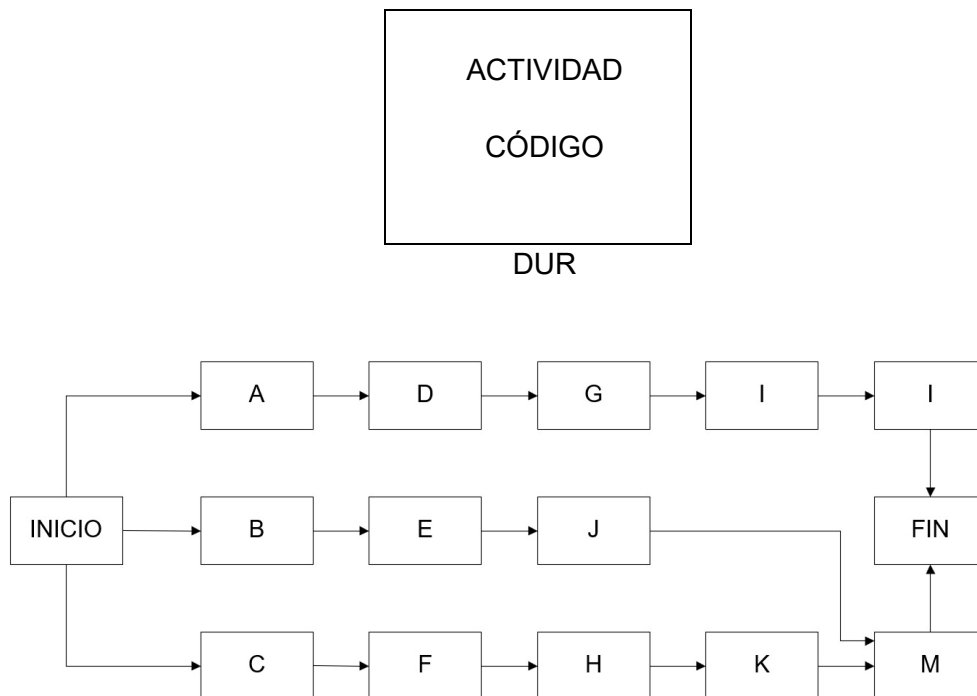


Figura 5 Diagrama de Precedencia – Ejemplo

Fuente: Elaboración propia.

Ya que la ruta crítica es el recorrido de las actividades que no se pueden retrasar durante la duración del proyecto (desde la actividad inicial hasta la actividad final), el conocimiento de la ubicación de las actividades críticas es vital para un planteamiento y control efectivo de un proyecto. Esto ayuda al planificador a establecer los recursos suficientes a estas actividades críticas para asegurarse que sean completadas a tiempo. Es por ello que se definen el inicio y el final de las actividades en base al tiempo que estas puedan desarrollarse, es decir:

- Inicio temprano: Es la fecha más anticipada en la que se puede iniciar una actividad.
- Inicio tardío: Es la fecha más retardada en la que se puede iniciar una actividad.

- Final temprano: Es la fecha más anticipada en la que se puede terminar una actividad.
- Final tardío: Es la fecha más retardada en la que se puede terminar una actividad.

Donde, la diferencia entre el inicio temprano de una actividad sucesora y el final temprano de una actividad predecesora se definirá como rezago.

Dado que las actividades que definan la ruta crítica serán aquellas que no se pueden posponer o atrasar, el inicio temprano y tardío, así como el final temprano y tardío, serán iguales, estas no poseerán rezago; es decir, será igual a cero.

2.4.1.3 Método de valor ganado (EVM)

El EVM compara el valor del trabajo planificado (VP) con el realizado (AC) para comprobar si el comportamiento está de acuerdo con lo previsto en el cronograma.

La comparación implica tres variables:

1. Valor planificado (VP)
2. Valor ganado (EVM)
3. Costo real (AC)

Entre los sistemas para evaluar el desempeño de los proyectos, este método destaca porque ofrece información precisa a partir de la integración de los datos reales de tiempo/costo permitiendo que el planificador conozca el estado del proyecto en cada momento para analizar las desviaciones y las tendencias. Los indicadores de desempeño permiten prever el resultado probable del proyecto en cuanto a costo y tiempo.

El valor ganado indica si el proyecto está consumiendo más dinero del previsto para realizar una tarea determinada debido a un incremento del costo, o si se gasta más dinero porque el proyecto en realidad va adelantado. La relación entre el valor ganado y el trabajo planificado en un período determinado permite obtener un control más preciso que el basado sólo en la comparación con el gasto.

El punto de partida para la aplicación del EVM es el cronograma técnico y financiero, que a su vez se basa en una Estructura de Desglose de Trabajo EDT, a partir de la cual se genera una curva S de costo.

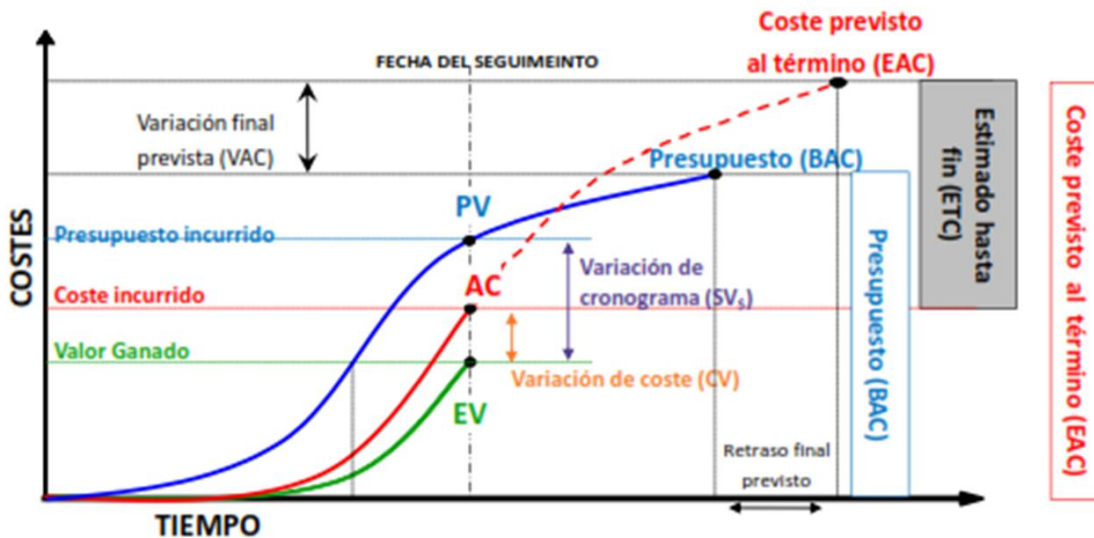


Figura 6 Curva S – Ejemplo

Fuente: Elaboración propia

El avance del proyecto se comparará con esta curva. Las variables principales Valor planificado PV El ejemplo de la construcción de una vía férrea ilustra bien el método. Para simplificar, suponemos que la planificación es lineal, se prevé la construcción de 1 km de vía por mes, con un costo estimado de \$100,000 por km y una longitud total de 10 km. Después de 3 meses de trabajo, se mide el avance del proyecto: se

han construido 2 km, con un costo de \$240,000. La Figura 6 muestra esquemáticamente lo previsto y lo realizado. El valor planificado (Planned Value, PV) es el importe que debería haberse gastado en el período considerado; coincide con el costo presupuestado del trabajo programado o planificado hasta ese momento. El PV no coincide necesariamente con lo que se ha ejecutado físicamente; corresponde a la línea de base, que representa el objetivo del equipo de producción. El PV es lo que debería haberse gastado hasta el momento. En este ejemplo, el planificador podría limitarse a comparar el costo previsto (\$300,000) con el real (\$240,000), y concluir que el proyecto va bien desde el punto de vista económico, porque se ha gastado menos de lo previsto para el período. Esta conclusión es falsa, porque no basta solamente con considerar el costo; es necesario tener en cuenta lo que realmente se ha construido con ese dinero. Sólo así se puede evaluar correctamente el rendimiento del proyecto. Para resolver este problema entra en juego el concepto de valor ganado EV.

2.4.1.4 Técnica de Revisión y Evaluación de Programas (PERT)

El método PERT (Project Evaluation and Review Techniques) es un algoritmo basado en la teoría de redes diseñado para facilitar la planificación de proyectos

El resultado final de la aplicación de este algoritmo será un cronograma para el proyecto, en el cual se podrá conocer la duración total del mismo, y la clasificación de las actividades según su criticidad.

El algoritmo PERT se desarrolla mediante intervalos probabilísticos, considerando tiempos optimistas, probables y pesimistas

Regla 1: Cada actividad se debe representar sí y sólo sí, por un ramal o arco.

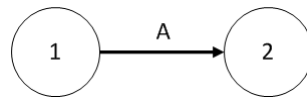


Figura 7. Representación gráfica regla 1

Fuente: Elaboración propia

Regla 2: Cada actividad debe estar identificada por dos nodos distintos. En el caso de existir actividades concurrentes (que inicien al mismo tiempo, o que el inicio de una actividad dependa de la finalización de 2 o más actividades distintas) se debe recurrir a actividades ficticias (representadas por línea punteada que no consumen ni tiempo ni recursos) para satisfacer esta regla. Por ejemplo, la actividad C para su inicio requiere que finalicen A y B. Las actividades A y B inician al mismo tiempo.

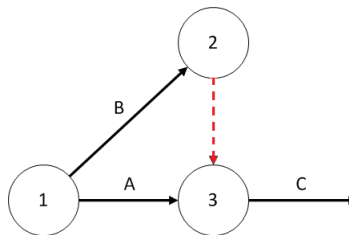


Figura 8. Representación gráfica regla 2

Fuente: Elaboración propia

2.4.2 Herramientas de programación

La planificación no es un proceso que ocurre una sola vez durante el proyecto, sino que es un proceso continuo durante la vida del proyecto puesto que todo plan requiere cambios y ajustes, y estas modificaciones, siempre y cuando estén debidamente autorizadas, alteran la planificación original.

Las Herramientas más usadas son:

2.4.2.1 Estructura Desglosada del Trabajo (EDT)

La EDT, (del inglés Work Breakdown Structure WBS), consiste en la descomposición jerárquica del trabajo para lograr los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos. La EDT organiza y define el alcance total del proyecto; sin embargo, no es funcional cuando se transforma en una lista de cientos de actividades que requeriría el trabajo de una o más personas para actualizarla periódicamente. El propósito de desarrollar una EDT es usarla como una herramienta de trabajo diario y no como un documento que se actualiza una vez por año para justificar los gastos del proyecto. Para que resulte útil, la EDT tiene que ser un documento fácil de modificar, enfocado en resultados definidos SMART¹, que ha sido diseñado o ratificado por el equipo responsable de implementar el proyecto o por quienes deben rendir cuentas sobre sus resultados. La EDT no debe llegar al nivel de actividades (la definición y gestión de las actividades se realiza en el cronograma), sino que debe quedar en un nivel superior llamado paquete de trabajo. El paquete de trabajo, último nivel de desglose de la EDT es aquel cuya duración y costo pueden ser estimados y que puede ser monitoreado y controlado. Otra característica del paquete de trabajo es que puede ser usado para asignar a un responsable. En cuanto al nivel de desglose, no existe una regla que indique cuántos niveles debe tener una EDT; sin embargo, se recomienda que tenga entre tres y cinco. El equipo del proyecto es el que debe decidir hasta qué nivel de detalle

¹ son indicadores que utilizan los siguientes principios básicos para su formulación: Specific (específicos); Measurable (medibles); Achievable (alcanzables); Relevant (relevantes); Time-bound (delimitados en el tiempo).

se requiere, lo cual está muy ligado a la complejidad del proyecto. Una EDT no representa la secuencia de ejecución, es una organización jerárquica de los entregables del proyecto. En una EDT no se deben utilizar verbos, no tiene tiempos, costos ni recursos.

Proceso para la creación de EDT

En la Figura 9 de la sección 2.4.2.1 se muestra el orden para la creación de una EDT



Figura 9 Proceso de Creación de una herramienta de programación²

Fuente: Elaboración propia

Suministro

Se refiere al organismo de financiación y/o propietario del proyecto.

² Esta figura también es aplicable para las diferentes herramientas de programación mencionadas en los apartados posteriores.

Entradas

Es la documentación que se utilizará para la creación de la EDT: Matriz de resultados, Documentos de aprobación del proyecto y documentación histórica, dentro de los cuales la Matriz de Resultados es la más importante, ya que describe los objetivos del proyecto y los indicadores que permiten verificar si el objetivo se cumplió. Es importante entender la lógica de la matriz –que va de insumos a productos– dado que sirve para identificar los objetivos intermedios y las actividades que servirán para desarrollar el cronograma y el presupuesto del proyecto.

Técnicas

La creación de la EDT no es un ejercicio o un trabajo de una sola persona. Para poder lograr una EDT efectiva, se debe contar con la participación del equipo del proyecto para que puedan identificar los componentes de la EDT según el tipo de trabajo. El gerente del proyecto deberá asegurarse de recibir el aporte de las personas que más conocen el proyecto durante este proceso de elaboración. Una EDT debe ser lo suficientemente detallada como para poder asignar fácilmente el trabajo a terceros y poder monitorear su estado de manera adecuada. Para determinar si se ha logrado este nivel de claridad, las variables de tiempo y costos deberían ser fácilmente identificables. Si esta regla no se cumple, se debe subdividir aún más hasta que sea útil para estimar tiempos y costos.

el gerente, junto con el equipo del proyecto inician el desglose de las actividades empezando por el objetivo final del proyecto hasta llegar al nivel de paquetes de trabajo. Una estructura que facilita el orden de los diferentes niveles de la EDT es la siguiente:

- Objetivo del proyecto: El impacto esperado de los componentes del proyecto
- Componentes: El conjunto de productos agrupados según su naturaleza
- Productos: El resultado agregado de los entregables del proyecto
- Entregables: Los servicios, bienes y trabajos que produce el proyecto mediante la ejecución de los paquetes de trabajo
- Paquetes de trabajo: Los grupos de actividades o tareas que se realizan para lograr los entregables del proyecto; es el nivel más bajo de la EDT

La Figura 10 muestra un diagrama del ordenamiento jerárquico de la EDT. Debe tenerse en cuenta que la EDT tiene tantos componentes, productos, entregables y paquetes de trabajo como se requiera.

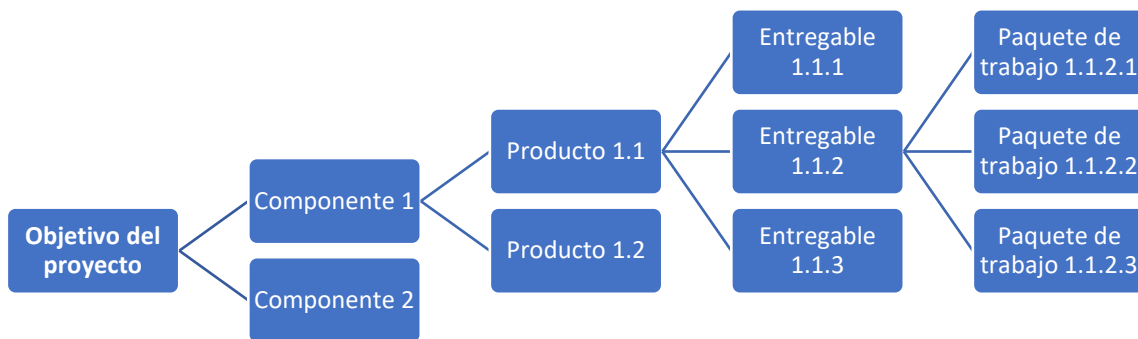


Figura 10 Ejemplo de Estructura de Desglose de Trabajo

Fuente: Elaboración propia

Salida

Como resultado se tendrá la Estructura Desglosada de Trabajo. Es común encontrar que los trabajos definidos para un proyecto no representan el 100% de su alcance. Con frecuencia se omiten trabajos necesarios y casi nunca se identifican los relativos a la gestión del proyecto; estos requieren el uso de recursos del proyecto; por lo tanto, deben ser parte de la EDT.

La EDT se aplica para verificar que los servicios o los productos y entregables están comprendidos en el alcance del proyecto aprobado y los cambios autorizados.

2.4.2.2 Cronograma del proyecto

Un cronograma es más que la suma de los tiempos de las actividades de un proyecto ya que presenta toda la secuencia lógica y los pasos a seguir para entregar los resultados. Dado que el tiempo es una de las restricciones más importantes de un proyecto, el cronograma se convierte en la herramienta que el gerente usará con más frecuencia, no solo para controlar el avance del proyecto, sino también para realizar el análisis y los ajustes que sean necesarios.

El proceso de creación del cronograma es iterativo, no lineal. A medida que se crea el cronograma, el gerente y el equipo del proyecto comprenden mejor las relaciones, las dependencias y la duración total del proyecto. Esto permite analizar la información para optimizar el uso de los recursos y cumplir con las metas dentro del plazo previsto. Durante el proceso de planificación del proyecto, el desarrollo del presupuesto detallado, de la matriz de riesgos, de los planes de adquisiciones y de

comunicación, se obtiene información adicional que permite realizar ajustes y cambios en el cronograma.

En la Figura 9 de la sección 2.4.2.1 se muestra el orden para el desarrollo de un cronograma

Entradas

Los insumos para la elaboración del cronograma son los siguientes:

- **Estructura Desglosada de Trabajo (EDT):** organiza y define el alcance total del proyecto; los trabajos que no están incluidos en la EDT quedan fuera del alcance del proyecto.
- **Restricciones:** Son factores que limitan las opciones del equipo del proyecto; por ejemplo, la fecha de conclusión del proyecto es una restricción que limita las opciones del equipo.
- **Dependencias:** Pueden ser obligatorias, discrecionales o externas; es decir fuera del control del equipo del proyecto.
- **Calendario de recursos:** Es la disponibilidad para el uso de los recursos del proyecto.

Técnicas

Para el desarrollo del cronograma se pueden utilizar las siguientes técnicas:

1. **Estimación de la duración de las actividades:** Basándose en la lista de paquetes de trabajo identificados en la estructura desglosada del trabajo, el gerente y el equipo del proyecto inician la estimación de la duración de cada actividad utilizando tablas de rendimiento de mano de obra y equipos.

Este proceso no tiene que ser algo complejo. Los métodos más frecuentes para estimar la duración de las actividades son:

- a. **Juicio de expertos:** Teniendo en cuenta experiencias anteriores, los expertos pueden proporcionar tiempos estimados de duración. Este método es útil para aquellas actividades en las que el equipo tiene bastante experiencia en proyectos similares.
- b. **Estimación análoga:** Es un método para estimar la duración o el costo de una actividad o un proyecto mediante el uso de información histórica. Utiliza parámetros de un proyecto anterior similar, tales como la duración, el presupuesto y la complejidad.
- c. **Estimación Paramétrica:** Utiliza una relación estadística entre datos históricos y otras variables para calcular una estimación de los parámetros de una actividad tales como el costo y la duración; por ejemplo, horas hombre o metros cuadrados.
- d. **Estimación por tres valores:** Puede lograrse una mayor exactitud tomando en consideración el grado de incertidumbre y el riesgo. Para determinar esta estimación, se utiliza el método PERT.

Adicionalmente, para desarrollar los estimados de duración, se deben incluir reservas por contingencias o de tiempo. Estas pueden ser un porcentaje de la duración estimada de una actividad, una cantidad fija de períodos de trabajo o pueden calcularse por medio del análisis de los riesgos del proyecto. A medida que se disponga de mayor información, la reserva puede usarse, reducirse o eliminarse. La contingencia debe identificarse claramente en el

cronograma o incluirse como un factor en las actividades cuya duración, a juicio del equipo del proyecto, es difícil estimar con precisión.

2. **Determinación de la secuencia lógica de las actividades:** Estas deben ordenarse con exactitud ya que constituyen el soporte de un proyecto realista y alcanzable. La secuencia también determina las dependencias entre las actividades. Por ejemplo, hay actividades que no pueden empezar hasta que la actividad anterior haya terminado. Existen tres tipos de dependencias entre actividades:

- a. **Dependencias obligatorias:** Son inherentes a la naturaleza del trabajo que se ejecuta. Por ejemplo, no se puede iniciar la construcción de muros si no se ha terminado la cimentación.
- b. **Dependencias discrecionales:** Son definidas por el equipo del proyecto. Consisten en cambiar el orden lógico sin afectar el resultado. Por ejemplo, si se quisiera remodelar una sala de juntas cambiando la alfombra y pintando de otro color las paredes, la secuencia lógica diría que primero se pintan las paredes y después se coloca la alfombra. Sin embargo, se podría primero colocar la alfombra y después pintar las paredes. Claro que habría que proteger muy bien la alfombra y pintar con mucho cuidado para que no se manche, pero se puede invertir el orden.
- c. **Dependencias externas:** Implican una relación entre las actividades del proyecto con las que no pertenecen a su ámbito. Son las que están

fuera del control del equipo del proyecto. Por ejemplo, obtener la aprobación de un permiso de construcción.

3. **Diagrama de Red:** El diagrama de red es una técnica de diagramación que permite visualizar las dependencias de las actividades y calcular la duración total del proyecto. puede producirse manualmente o por medio de un programa de computación, que facilita el análisis de los cambios requeridos para optimizar el proyecto. Este tipo de diagrama se basa en la utilización de una red con nodos (en los que figuran las actividades) y con flechas que no solo representan la secuencia y la relación que los unen, sino que muestran las dependencias que existen entre ellos. La red permite reflejar las distintas relaciones de precedencia entre tareas.

El diagrama de red incluye cuatro tipos de dependencias o relaciones de precedencia:

- **(FI) Fin a inicio:** El inicio de la actividad sucesora depende de la finalización de la actividad predecesora(Relación de precedencia más utilizada)
 - **(FF) Fin a fin:** La finalización de la actividad sucesora depende de la finalización de la actividad predecesora
 - **(II) Inicio a inicio:** El inicio de la actividad sucesora depende del inicio de la actividad predecesora.
 - **(IF) Inicio a fin:** La finalización de la actividad sucesora depende del inicio de la actividad predecesora.
4. **Diagrama de ruta crítica:** Es aquella que va desde el inicio hasta el final del proyecto y que toma más tiempo en comparación con las otras rutas. Es

también la que no tiene espacios u holguras de tiempo entre actividades, lo que significa que cualquier demora en alguna de las actividades en esta ruta resultará en un retraso del proyecto. Calcular los valores para encontrar la ruta crítica es un proceso complejo ya que se debe determinar la duración de cada actividad (para ello se utilizan tablas de rendimiento de mano de obra y equipo) en relación con los estimados, que incluyen los tiempos de holgura para que una actividad se inicie y concluya. El uso de programas de computación puede facilitar este proceso; en especial para proyectos de gran magnitud.

5. **Diagrama de Gantt:** es una presentación gráfica muy utilizada cuyo objetivo es mostrar la duración prevista para las diferentes actividades a lo largo del tiempo total del proyecto. Se utiliza con frecuencia para presentar el cronograma del proyecto a los interesados ya que su presentación gráfica favorece su comprensión. el diagrama está compuesto por un eje vertical, en el que se establecen las actividades que constituyen el trabajo que se va a ejecutar, y un eje horizontal que muestra en un calendario la duración de cada una de ellas. Cada actividad se presenta en forma de una barra o línea que muestra el inicio y el final, los grupos de actividades relacionados entre sí y las dependencias entre ambos.
6. **Revisión del cronograma:** La creación del cronograma es un proceso que requiere constantes revisiones de los estimados para obtener uno que se ajuste a las restricciones del proyecto. La primera versión puede dar resultados que no están dentro del presupuesto, los recursos y las dependencias con otros proyectos. El gerente del proyecto realiza varios

ajustes hasta lograr un cronograma final. La revisión del cronograma mediante la reducción de duraciones es un caso especial de análisis matemático que busca formas de acortar la duración del proyecto sin cambiar su alcance. Esta incluye técnicas, tales como:

- a. **Intensificación (Crashing):** Implica reducir el estimado original de una actividad mediante el uso de recursos adicionales. Se analiza la relación entre los costos y la duración para determinar el mayor grado de intensificación a cambio del menor aumento posible en los costos. La intensificación no siempre produce alternativas viables y muchas veces resulta en un incremento del riesgo y del costo.
- b. **Ejecución rápida (Fast Tracking):** Significa realizar en paralelo actividades que normalmente se ejecutarían en secuencia, lo que implica usar recursos adicionales. Esta técnica muchas veces aumenta de manera desproporcionada el riesgo asociado con el proyecto y está limitada por las relaciones de dependencia entre actividades.

2.4.2.3 Curva de uso de recursos (S)

La gestión de costos consiste en organizar todos los recursos financieros del proyecto para completar y lograr los objetivos dentro del presupuesto aprobado para ello. Para cumplir con este precepto, es necesario realizar una serie de procesos de planificación, estimación, análisis, preparación y coordinación con los otros procesos de la gestión del proyecto. Implica manejar efectivamente el costo del proyecto. Para esto es necesario planificar los recursos involucrados, estimar el

costo de su uso, preparar el presupuesto del proyecto, manejar el flujo de caja y controlar las variaciones en los desembolsos del presupuesto. Una herramienta que facilita la gestión de costos es la curva de uso de recursos, conocida como curva S. Se trata de una representación gráfica de los usos de recursos en función del tiempo. Normalmente, tiene la forma de la letra S porque al principio del proyecto los gastos son bajos, luego se incrementan y, después, se reducen a medida que el proyecto se termina.

La Tabla 1 muestra el ejemplo de un proyecto con un costo total de \$62.000 y una duración de siete meses. El costo por mes se obtiene al sumar los costos de todas las actividades que están planificadas durante ese período. Cada mes se acumula la información hasta que se llega al final del proyecto. Esta información sirve para graficar la distribución del uso de los recursos durante la duración del proyecto (Figura 11).

Tabla 1 Costos de Proyecto – Ejemplo

Ejemplo de Distribución de costos de proyecto						
Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7
\$5,000.00	\$10,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$10,000.00	\$5,000.00	\$2,000.00
\$5,000.00	\$15,000.00	\$30,000.00	\$45,000.00	\$55,000.00	\$60,000.00	\$62,000.00

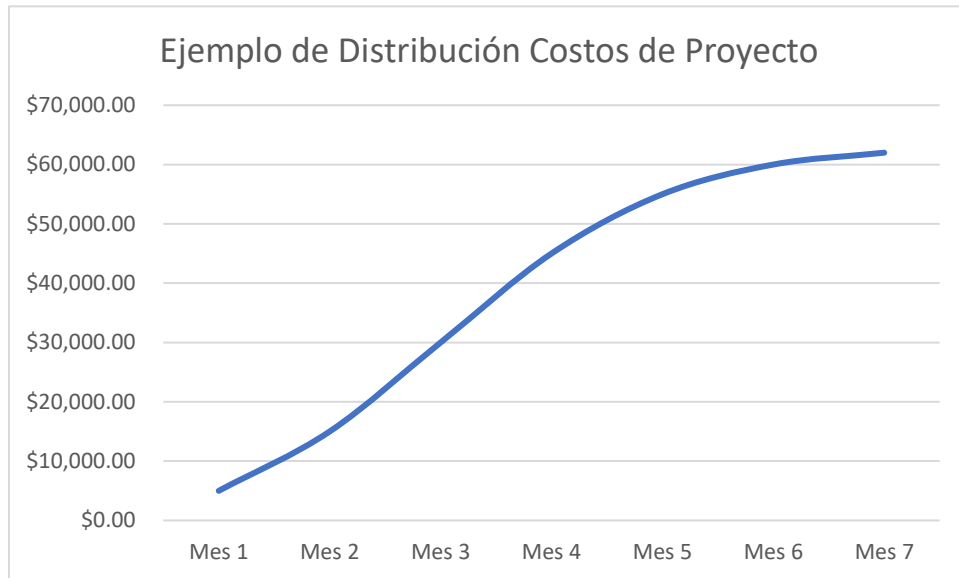


Figura 11 Curva S – Ejemplo

Fuente: Elaboración propia

Proceso para la creación de curva de uso de recursos

La Figura 9 de la sección 2.4.2.1 muestra el proceso para la creación de la curva de recursos

Entradas

Los insumos para la creación de la curva de uso de recursos son los siguientes:

- **Documentos de aprobación del proyecto:** contienen información sobre el presupuesto total del proyecto.
- **Estructura desglosada del trabajo (EDT):** incluye información sobre el alcance del trabajo.
- **Cronograma:** tiene la estimación de la duración y la secuencia de las actividades del proyecto.
- **Restricciones:** son las que pueden limitar el uso de los recursos.

- **Información financiera de la organización:** incluye los datos históricos sobre los costos de diferentes proyectos.

Técnicas para la creación de la curva de uso de recursos

- a) **Estimación de costos:** El costo total del proyecto se estima generalmente durante la fase de inicio en la cual se aprueba el presupuesto. En esta fase, la información de costos está llena de supuestos que requieren una revisión en detalle para asegurar que se pueda iniciar la implementación del proyecto con un presupuesto realista.

El gerente del proyecto es el responsable de hacer la revisión del presupuesto para determinar si los supuestos y las estimaciones originales aún son válidos. Algunas técnicas para realizar la estimación de costos son:

- **Estimación análoga:** Consiste en usar los valores históricos de los proyectos concluidos. Esta información debe ser analizada en función de las diferencias que puedan existir con el proyecto actual. La estimación por analogía se utiliza frecuentemente cuando la cantidad y la calidad de la información detallada sobre el proyecto son limitadas. Esta técnica es más fiable cuando los proyectos anteriores son similares de hecho y no solo en apariencia, y las personas o grupos que preparan las estimaciones tienen la experiencia suficiente en proyectos similares.
- **Determinación de tarifas:** Implica usar las tarifas de costos unitarios, tales como las del personal por hora, los servicios y los materiales por unidad, correspondientes a cada recurso a fin de estimar el costo de

la actividad. Un método para lograrlo es pedir cotizaciones que permitan obtener las tarifas. Para establecer el costo de los productos, los servicios o los resultados que deben obtenerse por contrato, también se pueden incluir las tarifas estándar que usa la organización, las bases de datos comerciales y las listas de precios publicadas por los vendedores.

- **Estimación en base a índices:** Se trata de utilizar índices que determinan el costo unitario de un bien o servicio en relación con los materiales, los equipos y el personal que se requiere para completar una unidad de trabajo. Se usa en proyectos de construcción. El costo unitario se multiplica por las instancias de la unidad de trabajo en el proyecto para determinar el costo total.

b) Clasificación de los costos: Los costos se pueden clasificar según varias categorías; la más común de ellas es considerar su grado de uso. La clasificación de costos ayuda a determinar su impacto en el proyecto durante la fase de implementación. Así tenemos:

- **Clasificación según el grado de uso:** Esta clasificación es importante para realizar estudios de planificación y control de operaciones. Está vinculada con las variaciones o no de los costos, según los niveles de actividad.
- **Costos fijos:** son aquellos cuyo importe permanece constante, independientemente del nivel de actividad en el proyecto.
- **Costos variables:** son los que varían en forma proporcional, de acuerdo con el nivel de uso o actividad.

- **Clasificación según su asignación**

- **Costos directos:** son aquellos que se asignan directamente a una actividad.
- **Costos indirectos:** son los que no se pueden asignar directamente a una actividad, sino que se distribuyen entre las diversas actividades mediante algún criterio de reparto.

c) Contingencias: Mientras mayor sea la incertidumbre sobre el estimado de los costos del proyecto, mayor será la necesidad de contar con contingencias o reservas. Esto permite evitar sorpresas cuando el proyecto está en la fase de implementación y se descubre que el costo estimado está muy por debajo del costo actual. El monto del presupuesto asignado a contingencias puede variar según el método que se use, como los análisis estadísticos o datos de la experiencia ganada en proyectos similares. Las reservas para contingencias solo deberán usarse para cambios no planificados en el alcance y el costo del proyecto. Se considera una buena práctica que el gerente del proyecto obtenga aprobación antes de utilizar esta reserva.

d) Precisión de estimados del presupuesto: El presupuesto total de un proyecto se puede clasificar en tres niveles según su precisión (Tabla 2). Esta clasificación es útil en el momento de definir los supuestos que se hacen en las estimaciones del proyecto.

Tabla 2 Niveles de precisión de un presupuesto

Clase	Rango	Uso
Orden de Magnitud	25% a +75%	Durante la fase de inicio del proyecto, cuando todavía no se tiene una información precisa.
Definitivo	-5% a +10%	Conforme el proyecto tiene más información sobre las condiciones y los supuestos originales

Fuente: Elaboración propia

2.4.2.4 Matriz de adquisiciones

La matriz de adquisiciones sirve de guía para la gestión de la contratación de bienes o servicios a lo largo de la vida del proyecto y, a la vez, es un insumo para desarrollar el plan de adquisiciones. Este plan identifica y define los bienes y los servicios que serán adquiridos, los tipos de contratos que se utilizarán, el proceso de aprobación del contrato y los criterios de decisión.

La matriz define también los métodos de contratación (y sus plazos) que se precisan en el calendario del proyecto y además relaciona estas contrataciones con los productos y/o entregables de la EDT. El plan de adquisiciones debe ser lo suficientemente detallado para identificar claramente los pasos necesarios y las responsabilidades de la contratación desde el principio hasta el final de un proyecto.

El gerente del proyecto asegura que el plan facilite el proceso de adquisiciones y que no se convierta en una tarea abrumadora. Además, trabaja con el equipo del proyecto, el departamento de compras de la organización y otros actores claves

para gestionar las actividades de adquisición. El gerente y el equipo definen e identifican todos los bienes y servicios que serán adquiridos para la realización exitosa del proyecto.

Proceso para el desarrollo de una matriz de adquisiciones

La Figura 9 de la sección 2.4.2.1 muestra el proceso para el desarrollo de una matriz de adquisiciones

Entradas

Los insumos requeridos para desarrollar la matriz de adquisiciones son:

- **Estructura desglosada del trabajo (EDT):** la información sobre las necesidades y los entregables del proyecto.
- **Cronograma:** los datos para determinar los tiempos para la entrega de los resultados del proyecto y cuándo se requieren los bienes y servicios para el proyecto.
- **Normas y regulaciones de la organización:** la reglamentación respecto de los procesos de adquisición de bienes y servicios de la organización ejecutora y de los financiadores.
- **Contrato:** las cláusulas contractuales del proyecto con la entidad financiadora.
- **Condiciones del mercado:** la información que determina las opciones locales para la provisión de los bienes y los servicios.

Técnicas para el desarrollo de la matriz de adquisiciones

El gerente del proyecto, junto con el equipo, identifica todos los bienes y servicio que se adquirirán de terceros. Este listado se basa en la información de la EDT que identifica los entregables del proyecto. En algunos casos, el equipo del proyecto puede contar con el apoyo de expertos para identificar los componentes y las especificaciones técnicas de cada bien o servicio. La lista ayuda a planificar los tiempos para el inicio de las contrataciones y así cumplir con el cronograma.

El proyecto deberá definir el sistema que se utilizará para adquirir los bienes y los servicios; lo cual dependerá en muchos casos del monto de las adquisiciones. Los montos límites pueden también estar sujetos a la objeción de la unidad de adquisiciones de la organización y/o entidad financiadora, cuyo principal objetivo es garantizar la transparencia, la equidad, la agilidad y la eficiencia del proceso de adquisición.

Los sistemas de adquisición son:

1. **Licitación pública:** Es un procedimiento formal y competitivo mediante el cual públicamente se solicitan, se reciben y se evalúan ofertas para la adquisición de bienes, obras o servicios y se adjudica el correspondiente contrato al licitador que ofrezca la propuesta más ventajosa. Este sistema tiene dos formatos:
 - a. **Licitación pública nacional:** es aquella cuya publicación es de circulación nacional; puede constituir la forma más eficiente y económica cuando, dadas las características y el monto (norma local o del financiador) de las adquisiciones, no requiera competencia internacional.

- b. **Licitación pública internacional:** es aquella cuya publicación es de circulación internacional.
2. **Licitación privada:** Se hacen invitaciones en forma expresa a determinadas empresas y no se utiliza el anuncio público.
 3. **Comparación de precios:** Se obtienen cotizaciones de precios de tres o más proveedores nacionales o extranjeros.
 4. **Contratación directa:** Se contrata una firma sin seguir un procedimiento competitivo.
 5. **Administración directa:** El propio prestatario ejecuta una obra determinada utilizando su personal y su maquinaria.

para la creación de la matriz de adquisiciones se pueden seguir los siguientes pasos:

- Crear una lista completa de los bienes y servicios que requiere el proyecto.
- Determinar el sistema de adquisición.
- Asignar el porcentaje de la fuente de financiamiento para la adquisición.
- Calcular un presupuesto estimado.
- Fijar la fecha estimada de publicación de la adquisición.
- Pautar la fecha de firma del contrato.
- Establecer la fecha estimada del término del contrato.

2.4.2.5 Matriz de riesgos

Los riesgos del proyecto La identificación, el análisis y la clasificación de los riesgos le permiten al gerente contar con información para una pronta detección de las causas y las consecuencias que estos podrían ocasionar en los objetivos y los

resultados esperados del proyecto con la finalidad de eliminar o atenuar los riesgos y sus consecuencias

Riesgos del proyecto

Los riesgos son aquellos que están dentro del ámbito de influencia del gerente del proyecto y se clasifican en riesgos de:

- **Cronograma:** relacionados con los estimados de tiempos y las dependencias con otros proyectos u otras organizaciones que deben cumplir objetivos para el proyecto.
- **Presupuesto o recursos:** vinculados con la disponibilidad de recursos, incluyen los financieros.
- **Calidad de los resultados:** relacionados con cumplir los objetivos del proyecto según las necesidades de los beneficiarios.
- **Alcance:** vinculados con la definición de las actividades del proyecto y las estrategias diseñadas para lograr sus metas.

La matriz de riesgos permite capturar la información más relevante de los riesgos identificados y evaluarlos según su probabilidad de ocurrencia y su nivel de impacto en el proyecto.

Proceso para el desarrollo de la matriz de riesgos

La Figura 9 de la sección 2.4.2.1 muestra el proceso para el desarrollo de la matriz de riesgos

Entradas

Los insumos para identificar los riesgos son los siguientes:

- **Estructura desglosada del trabajo (EDT):** presenta el detalle del alcance total del proyecto.
- **Cronograma:** despliega los tiempos de duración de las actividades del proyecto.
- **Costos:** presenta información sobre el presupuesto del proyecto y la curva S.
- **Factores internos:** son los relacionados con la organización y sus actitudes respecto del riesgo y la tolerancia al riesgo.
- **Dependencias:** pueden ser obligatorias, discrecionales o externas, es decir,
 - vinculadas con otros proyectos.

Técnicas para el desarrollo de la matriz de riesgos

a) identificación de riesgos

La identificación de riesgos determina qué eventos pueden afectar el proyecto de manera positiva o negativa. Esta identificación se realiza a través de un proceso participativo en el que el equipo del proyecto, junto con los expertos en la materia u otras partes interesadas, contribuye con ideas y aporta su experiencia. Las técnicas más comunes para identificar los riesgos son:

- **Lluvia de ideas:** En una o varias reuniones, los participantes generan una lista de riesgos que pueden ocurrir teniendo en cuenta los objetivos, el alcance, el cronograma, el presupuesto y otras condiciones del proyecto. Esta lista puede clasificarse según categorías de riesgos.

- **Análisis FODA:** Se analizan las fortalezas, las oportunidades, las debilidades y las amenazas del proyecto para identificar los riesgos.
- **Técnica Delphi:** Se busca llegar a un consenso basándose en la información proporcionada de manera anónima por expertos mediante cuestionarios. Las conclusiones se forman a partir de las estadísticas de los datos obtenidos.

b) Identificación y clasificación de riesgos

El gerente del proyecto puede guiar el proceso de identificación de los riesgos del proyecto. Este proceso se puede facilitar mediante el uso de una estructura de desglose de riesgos (EDR), que identifica las diferentes categorías en las que estos pueden surgir. La Figura 12 muestra un ejemplo de una EDR.

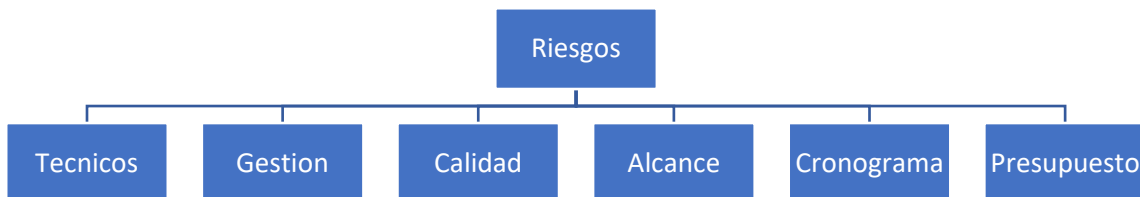


Figura 12 Ejemplo EDR

Fuente: Elaboración propia

Para cada riesgo identificado se debe contar con información sobre sus características ya que eso ayuda a definir su probabilidad y a analizar su impacto sobre el proyecto. La clasificación de los riesgos proporciona una estructura que garantiza un proceso completo de identificación sistemática con un nivel de detalle uniforme. Además, ayuda a la calidad y la efectividad en la identificación de los riesgos y a su eventual análisis y cuantificación.

La matriz de riesgo presenta ocho columnas, que corresponden a los siguientes elementos:

1. Número de identificación del riesgo.
2. Componente/Producto: según la EDT.
3. Tipo de riesgo: categorización o taxonomía del riesgo.
4. Riesgo: descripción del riesgo.
5. Impacto: valor que determina el impacto en el proyecto; se mide en una escala de tres niveles, donde 1 es el nivel más bajo y 3 es el más alto.

Tabla 3 Niveles de Impacto del Proyecto

Nivel	Valor	Significado
Alto	3	Afecta de manera crítica los resultados y la sostenibilidad del proyecto.
Medio	2	Aunque se considera importante la consecuencia, es menor su grado de materialización que en el nivel alto.
Bajo	1	No se considera importante el efecto o no hay suficientes razones para pensar que el riesgo es una amenaza para los resultados.

Fuente: GPR Anexo 5-3. Presentación Taller BID, Gestión de Riesgos en Proyectos con Garantía Soberana, BID

6. Probabilidad: valor que determina la probabilidad de ocurrencia del riesgo; al igual que el impacto, se mide en una escala de tres niveles.

Tabla 4 Probabilidad de ocurrencia de riesgos

Nivel	Valor	Significado
Alto	3	Existen factores (antecedentes o resultados de evaluaciones) que sumados indican una alta posibilidad de ocurrencia.
Medio	2	El riesgo podría presentarse, pero no existen factores que indiquen alta posibilidad de ocurrencia.
Bajo	1	Los antecedentes permiten concluir que la posibilidad de ocurrencia del riesgo es baja o no proporcionan una base suficiente como para considerarlo de un nivel medio o alto.

Fuente: GPR Anexo 5-3. Presentación Taller BID, Gestión de Riesgos en Proyectos con Garantía Soberana, BID

7. Calificación: valor que permite calificar el riesgo según el impacto y la probabilidad de ocurrencia; se calcula multiplicando el valor de impacto por el de probabilidad.

8. Evaluación: valor que permite ordenar los riesgos según el valor y el nivel.

Cuando se completa la matriz de riesgos y estos han sido identificados y cuantificados según su nivel de impacto y probabilidad, el gerente del proyecto debe desarrollar un mapa de riesgos que le permitirá identificar

aquellos que requieren una respuesta. Los valores se obtienen al multiplicar el valor de impacto por el de probabilidad.

Para aquellos riesgos cuyos valores están entre 6 y 9, se debe contar con acciones para eliminar, transferir o mitigar el impacto del riesgo en el proyecto. La Tabla 5 da alternativas para determinar las acciones del proyecto para los diferentes niveles de riesgos.

Tabla 5 Acciones a tomar por nivel de riesgo

Valor	Nivel de Riesgo	Acciones
6 a 9	Alto	Gestionar: se requiere plan de respuesta.
3 y 4	Medio	Monitorear: se requiere que el proyecto haga un seguimiento del riesgo para analizar si la probabilidad o el impacto han cambiado.
1 y 2	Bajo	Aceptar: es mejor aceptar el riesgo ya que el impacto no es significativo y la probabilidad de que suceda el evento es baja.

Fuente: GPR Anexo 5-3. Presentación Taller BID, Gestión de Riesgos en Proyectos con Garantía Soberana, BID

El análisis de riesgos permite identificar aquellos riesgos que si llegaran a ocurrir tendrían un mayor impacto en el proyecto y, de esta manera, poder desarrollar planes de respuesta que incluyan opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas. No es práctico ni

económicamente viable desarrollar planes de respuesta para todos los riesgos.

c) Planificar la respuesta a los riesgos

La planificación de la respuesta a los riesgos es el proceso por el cual se desarrollan alternativas y se definen acciones para disminuir el impacto y/o la probabilidad de ocurrencia de las amenazas y para aumentar el impacto y/o la probabilidad de las oportunidades. Las respuestas tienen que ser consistentes con la importancia del riesgo, aplicadas en el momento adecuado, realistas, acordadas por todas las partes implicadas y costo-efectivas.

Las cuatro respuestas (estrategias) para los riesgos con impacto negativo o amenazas son:

- Evitar: Realizar cambios en el plan para eliminar el riesgo. Esto puede implicar cambios en el cronograma o el alcance del proyecto para eliminar la amenaza.
- Transferir: Trasladar el impacto de una amenaza a un tercero junto con la responsabilidad de la respuesta.
- Mitigar: Disminuir la probabilidad y/o impacto de que se produzca el riesgo.
- Aceptar: No tomar ninguna medida a menos de que el riesgo suceda. Esta estrategia se da cuando no es viable o rentable abordar el riesgo de otra manera. Hay dos tipos de aceptación de una amenaza: pasiva,

no hacer nada y activa, establecer una reserva de contingencia en tiempo o dinero.

Las respuestas o estrategias para los riesgos con impacto positivo u oportunidades son:

- Explotar: Hacer realidad la oportunidad.
- Mejorar: Aumentar la probabilidad y/o el impacto de una oportunidad.
- Compartir: Pasarle la oportunidad a un tercero para que la concrete en beneficio del proyecto.
- Aceptar: Aprovechar la oportunidad cuando esta se presente sin haber hecho algo para que sucediera.

2.4.2.6 Matriz de comunicaciones

El gerente del proyecto es el principal responsable de elaborar e implementar la matriz de comunicaciones. Esta matriz debe responder a las necesidades de los interesados del proyecto y establecer qué información y con qué frecuencia se les hará llegar. Dado que cada uno tiene un interés diferente en el proyecto y una necesidad distinta de información, aquella deberá presentarse en diversos formatos y tiempos. La matriz de comunicaciones contiene una descripción de toda la información que se debe comunicar a los distintos interesados del proyecto, así como quiénes serán los responsables de recolectarla, editarla y distribuirla. Esto es especialmente importante para los financiadores del proyecto, quienes tienen necesidades específicas de información y criterios sobre el formato de su presentación. La distribución de la información va más allá del acto de

proporcionarla ya que incluye pasos para asegurar que los receptores la recibieron y la entendieron.

Proceso para el desarrollo de la matriz de comunicaciones

La Figura 9 de la sección 2.4.2.1 muestra el proceso para el desarrollo de la matriz de comunicaciones

Entradas

Los insumos requeridos para desarrollar la matriz de comunicaciones son:

- **Matriz de interesados:** contiene los datos sobre los interesados más importantes del proyecto; esta información es una de las bases para determinar los principales receptores de las comunicaciones del proyecto.
- **Cronograma:** comprende información para determinar los tiempos para entregar los reportes y las comunicaciones del proyecto.
- **Factores organizacionales:** determinan las obligaciones internas del proyecto para comunicar tanto a los niveles ejecutivos como a las otras entidades.

Técnicas para el desarrollo de la matriz de comunicaciones

- a) Análisis de los requisitos de comunicaciones:** Analizar los requisitos implica identificar las necesidades de información de todos los interesados. Estas necesidades incluyen la definición del tipo de datos y el formato necesario porque no solo se trata de reconocer las necesidades, sino también a qué interesados se pretende llegar con información como una estrategia para lograr su apoyo o mantener su interés en el proyecto. Los requisitos definen sobre todo el formato, la frecuencia y el contenido de la

comunicación, así como el medio que el proyecto empleará para facilitar su distribución.

Pasos para la creación de la matriz de comunicaciones

- a) El gerente del proyecto se pone en contacto con los principales interesados para conocer los requisitos de comunicación: muchos de estos requisitos pueden estar ya definidos en los documentos del proyecto (por ejemplo, las obligaciones con el financiador del proyecto). En otros casos, se deberá conversar con los diferentes interesados para determinar sus requerimientos.
- b) Se listan los requisitos de cada interesado, incluyendo los requisitos de comunicación internos del proyecto. Estos se agrupan en las siguientes áreas:
 - ✓ **Objetivo:** Incluye el mensaje principal y los datos o los temas específicos requeridos en la comunicación, es decir, ¿qué comunicamos? También se determina por qué el proyecto debe enviar la comunicación. En algunos casos, será en cumplimiento de las obligaciones del proyecto; en otros, para apoyar las estrategias de manejo de relaciones con los diferentes interesados.
 - ✓ **Usuario:** Indica el nombre de la persona o los grupos que recibirán la comunicación, es decir, el destinatario. También se establece el método, o sea, se describe el medio que se utilizará para enviar la comunicación. Por ejemplo, correo electrónico, presentaciones en persona, grabaciones y otros medios que los interesados o el proyecto han definido como estándares, incluyendo los formatos de entrega.

- ✓ Responsabilidad: Indica el nombre de la persona o miembro del equipo del proyecto que será responsable de preparar la comunicación, así como quién será responsable de enviarla.
 - ✓ Tiempo: Señala la frecuencia de la comunicación. Esto incluye la fecha de inicio del envío y la frecuencia.
- c) Se expresa por escrito el entendimiento de los requisitos de información de los interesados a fin de evitar malentendidos que puedan ocasionar problemas al proyecto. Para eso, los interesados deberán revisar e informar al gerente del proyecto sobre cualquier cambio en sus requisitos en la matriz, incluyendo el contenido, el método y la frecuencia de la comunicación.

En el siguiente cuadro se presenta un ejemplo de una matriz de comunicaciones

Tabla 6 Matriz de comunicaciones – Ejemplo

Objetivo		Usuario		Responsabilidad		Tiempo	
¿Qué comunicar?	¿Por qué?	Destinatario	Método de comunicación	Preparación	Envío	Fecha inicial	Frecuencia
Reporte avance del proyecto	Control	Supervisor	Escrito en formato	Coordinador	Gerente	1 de enero	Trimestral

Fuente: VV.AA. (2009) Presentación Programa de Gestión Integrada de Proyectos (PGIP), Metodología 7 Pasos. Washington, D.C.: BID.

2.4.2.7 Matriz de asignación de responsabilidades

Esta matriz se usa para ilustrar las conexiones entre el trabajo que debe realizarse y los miembros del equipo del proyecto y otros interesados. Además, identifica qué grupo o unidad del equipo del proyecto es responsable de cada componente de la EDT. Con la matriz, el gerente tiene información que le permite identificar los roles,

las responsabilidades y los niveles de autoridad para las actividades específicas del proyecto.

Proceso para la creación de la matriz de asignación de responsabilidades

La Figura 9 de la sección 2.4.2.1 muestra el proceso para el desarrollo de la matriz de responsabilidades

Entradas

Los insumos requeridos para la creación de la matriz de asignación de responsabilidades son:

- **Estructura desglosada del trabajo (EDT):** información sobre el alcance del trabajo.
- **Cronograma del proyecto:** estimación de tiempo para cada actividad.
- **Riesgos del proyecto:** identificación de las respuestas a los riesgos.
- **Factores organizacionales:** grupos o unidades que participarán del proyecto o lo apoyarán.

Técnicas para la creación de la matriz de asignación de responsabilidades

La matriz conecta el organigrama del proyecto con la EDT para asegurarse de que todos y cada uno de los componentes de los paquetes de trabajo sean asignados a alguna persona en el organigrama. Los formatos mas comunes para su creación son:

- **De tipo narrativo:** se describen detalladamente aspectos de las responsabilidades, la autoridad, las competencias, las relaciones de trabajo,

las interacciones, las duplicidades y la superposición de roles, y las calificaciones requeridas.

- **Tipo diagrama:** se basa en las cuatro variables más importantes de los RRHH y es conocida como matriz RACI por sus siglas en inglés.
 - **Responsable de la ejecución (Responsible):** alguien que es responsable; de esta manera, para cada producto y entregable de la EDT existe normalmente una persona responsable de su ejecución o de asegurarse que se ejecute.
 - **Aprueba (Accountable):** alguien que asume la responsabilidad final por la ejecución correcta y completa de un producto o entregable y recibe las informaciones de los responsables de su ejecución.
 - **Consultado (Consulted):** alguien que no está implicado directamente en la ejecución de un producto o entregable, pero que proporciona algún tipo de insumo para el proceso o es consultado para saber su opinión o pedirle un consejo.
 - **Informado (Informed):** alguien que recibe los resultados de un producto o entregable o recibe información acerca de los avances

Dependiendo del tipo de proyecto, la matriz puede tomar varias formas: en proyectos grandes, la matriz se enfoca en designar responsabilidades para la entrega de resultados o componentes; en proyectos pequeños, puede enfocarse en paquetes de trabajo.

El gerente es responsable de gestionar la elaboración participativa de la matriz utilizando la información sobre los roles y las responsabilidades de los miembros

del equipo del proyecto. Teniendo en cuenta las diferentes funciones, el gerente identificará un único responsable para los trabajos; luego, identificará a una persona para que apruebe la entrega del trabajo. A continuación, el gerente asignará a las personas que serán consultadas e informadas para llevar a cabo el producto o entregable. No es necesario que para cada trabajo se asignen los cuatro roles; sin embargo, el rol de responsable sí es indispensable.

2.5 Metodología de Gestión de proyectos

Las metodologías en gestión de proyectos son enfoques estructurados y sistemáticos que guían la planificación, ejecución y finalización de proyectos. Para cada empresa estas metodologías serán diferentes, variando en función de las características de dicha organización.

Los principales pasos para establecer una metodología son:

- 1- Esquematizar los procedimientos y métodos que funcionan.
- 2- Realizar un Benchmark³ de cómo la empresa gestiona sus proyectos.
Comparar la empresa con los estándares.
- 3- Establecer aquellos procesos que pueden suponer una mejora para la gestión en la organización.
- 4- Llevar un control o documentación acerca de los procesos y los registros que realiza la entidad.

³ Herramienta de gestión que implica la evaluación y comparación sistemática de los procesos, productos o servicios de una organización con los de otras.

- 5- Reevaluar y redefinir. Llevar un control continuo de la organización, proponiendo posibles mejoras y formas de cambio

Se puede realizar la siguiente clasificación de las metodologías más usadas actualmente en las empresas.

2.5.1 Metodología Agile

La metodología Agile surgió en la década de los 90 como respuesta a las limitaciones de los métodos tradicionales de gestión de proyectos. Este enfoque, inicialmente aplicado en los sectores de tecnologías de la información y desarrollo de software, se expandió rápidamente a otras áreas gracias a los resultados positivos obtenidos. Su principal ventaja radica en la agilidad que aporta a los proyectos, lo que permite adaptarse a los cambios y mantener altos niveles de satisfacción del cliente mediante una comunicación eficaz.

Agile se fundamenta en 12 principios clave:

1. Priorizar la entrega de productos que respondan a las necesidades del mercado y generen satisfacción en los clientes.
2. Mantener flexibilidad para aceptar cambios o recomendaciones sobre el producto, adaptándose de manera oportuna.
3. Dividir el trabajo en entregas semanales regulares.
4. Utilizar indicadores específicos para medir el progreso del proyecto.
5. Adaptarse de manera efectiva a las circunstancias cambiantes durante el ciclo de vida del proyecto.

6. Evitar estructuras jerárquicas estrictas, permitiendo que los equipos gestionen sus propias tareas.
7. Diseñar tareas de forma simple y directa.
8. Buscar excelencia técnica y un diseño de alta calidad.
9. Fomentar la confianza y la motivación entre los miembros del equipo.
10. Favorecer las comunicaciones presenciales para minimizar errores en la transmisión de información.
11. Crear espacios de trabajo únicos que integren responsables y colaboradores.
12. Promover un desarrollo sostenible que garantice resultados a largo plazo.

Entre los métodos basados en Agile destacan Agile Modeling, Agile Unified Process, Crystal Clear, Extreme Programming y Scrum, siendo este último el más conocido y ampliamente utilizado a nivel global.

2.5.2 Metodología Scrum

La metodología Scrum es un enfoque ágil ampliamente utilizado, se aplica principalmente en proyectos de desarrollo de software, especialmente en aquellos de larga duración y alta complejidad. Esta metodología busca mejorar la productividad de equipos de alto rendimiento y se adapta a proyectos que requieren rapidez en la obtención de resultados. Scrum permite gestionar proyectos desde una perspectiva global y específica, dependiendo del momento y las necesidades del proyecto. Su diseño se basa en la flexibilidad para adaptarse a entornos dinámicos y en constante cambio.

En Scrum, se identifican tres roles principales:

1. **Product Owner:** Se encarga de gestionar la comunicación con el cliente, asegurando que las expectativas estén alineadas con el trabajo del equipo. Este rol supervisa que los objetivos establecidos se cumplan de acuerdo con lo planificado.
2. **Scrum Master:** Facilita el trabajo del equipo garantizando que todos los miembros alcancen sus metas mediante un acompañamiento constante. Además, promueve la adquisición de habilidades necesarias para un desempeño eficiente.
3. **Scrum Team:** Constituye la base del método, compuesto por un equipo autónomo que trabaja en conjunto para desarrollar el producto principal. La capacidad de autogestión y colaboración es clave en este rol.

En el método Scrum, las reuniones de trabajo son esenciales, dado que el tiempo es un recurso crítico. Cada sesión parte de una planificación específica, enfocándose en el propósito del encuentro, los temas a tratar y el estado actual del proyecto. Estas reuniones contribuyen al progreso constante y a la adaptación de las estrategias según las necesidades.

El esquema general del marco de trabajo Scrum, incluyendo roles, artefactos y eventos, se presenta en la Figura 13, la cual ilustra cómo estos elementos interactúan para garantizar la eficiencia en la ejecución del proyecto (Plaza, 2019).



Figura 13 Marco de trabajo Scrum

Fuente: Pagina 37. Baeza. L. 2019. 'Innovación en Las Metodologías de Dirección de Proyectos para PYMES'. Ingeniera de Organización Industrial. Universidad de Valladolid. Valladolid, España.

2.5.3 Metodología ISO 21500

La norma ISO 21500 ofrece un marco de orientación para la dirección de proyectos, destacándose por su enfoque flexible y su aplicabilidad universal a cualquier tipo de organización (pública, privada o sin ánimo de lucro) y proyecto, independientemente de su complejidad, tamaño o duración. A diferencia de estándares como los del PMI, IPMA o la ISO 9001, no proporciona requisitos específicos ni certificaciones, sino que se centra en describir conceptos y procesos de alto nivel que representan buenas prácticas en la gestión de proyectos.

Entre las principales características de la norma se destacan:

- Ofrece un lenguaje global y común para la gestión de proyectos, pero deja que cada organización desarrolle sus propias herramientas y técnicas.
- No es una norma certificable y no incluye procedimientos específicos como auditorías, control de documentos o acciones correctivas.
- Aumenta la flexibilidad de los equipos en la gestión de proyectos y facilita su trabajo en entornos internacionales.
- No invalida estándares existentes, sino que sirve como base para que las certificaciones actuales sean identificadas y aplicadas.

Beneficios de la Norma ISO 21500

El uso de esta norma aporta múltiples ventajas a las empresas, entre ellas:

- Incrementa la calidad de los resultados en todas las fases del proyecto.
- Introduce un lenguaje coherente y uniforme para la gestión de proyectos, facilitando la comunicación entre equipos.
- Optimiza el trabajo, mejorando la productividad y eficiencia en la ejecución del proyecto.
- Es especialmente útil para equipos distribuidos geográficamente, ya que unifica los procedimientos de gestión.
- Refuerza la evaluación y auditoría de proyectos mediante criterios estandarizados de seguimiento y control.
- Promueve la transparencia y colaboración entre empresas, permitiendo mejores resultados al compartir conocimientos bajo una guía internacional común.

La norma ISO 21500 es una herramienta útil para organizaciones que buscan mejorar la dirección de proyectos, ofreciendo flexibilidad y alineación con estándares globales sin imponer rigidez en su aplicación (ISO 21500, 2013; Congreso Internacional de Dirección de Proyectos, 2014).

2.5.4 Metodología PRINCE2

PRINCE2 (Projects In Controlled Environments), metodología que proporciona un conjunto de procedimientos que ayudan a coordinar actividades y equipos de trabajo, definir cómo diseñar y dirigir el proyecto, y establecer los pasos a seguir en caso de desviaciones o ajustes necesarios frente a lo planificado (González, 2007).

Estructura de PRINCE2

PRINCE2 organiza la dirección de proyectos en tres componentes fundamentales:

1. **Principios:** Orientaciones que aseguran que el proyecto se gestione de manera adecuada y en línea con las mejores prácticas.
2. **Temáticas:** Aspectos clave como la gestión de riesgos, control de calidad, cambios y seguimiento del progreso.
3. **Procesos:** Fases del proyecto desde su inicio hasta su cierre, con pasos claros para su planificación, ejecución y revisión.

La Figura 14 presenta un esquema de los principios de la metodología PRINCE2, destacando la interacción entre estos componentes para garantizar un marco sólido de gestión de proyectos.

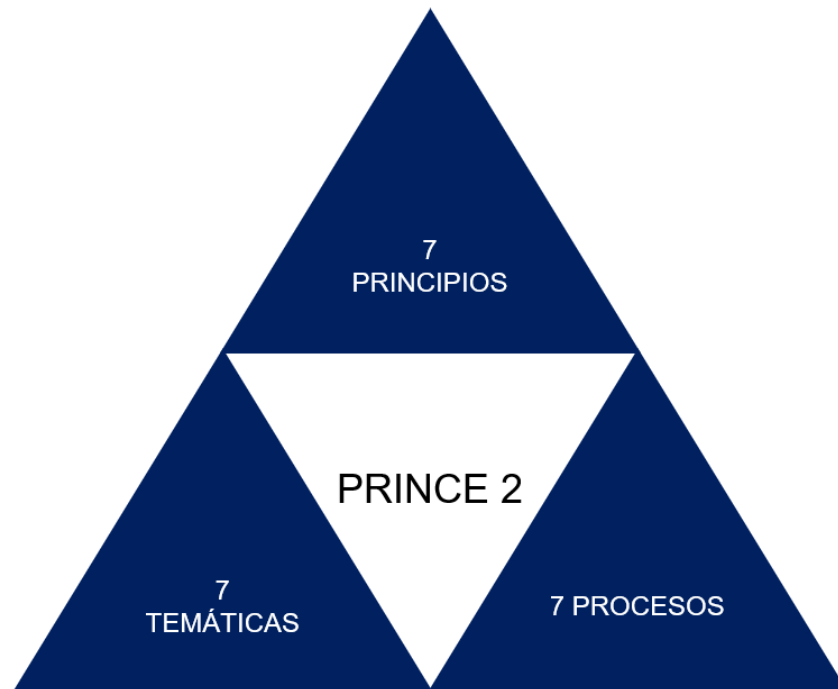


Figura 14 Principios Metodologías PRINCE2

Fuente: Pagina 71. Baeza. L. 2019. 'Innovación en Las Metodologías de Dirección de Proyectos para PYMES'. Ingeniera de Organización Industrial. Universidad de Valladolid. Valladolid, España

La siguiente Tabla 7 organiza de manera estructurada los principales componentes de la metodología PRINCE2, destacando sus **principios**, **temáticas** y **procesos**. Los principios representan las bases universales que guían la gestión de proyectos bajo este enfoque, mientras que las temáticas abordan los aspectos clave que deben adaptarse a las particularidades de cada proyecto. Por último, los procesos detallan las etapas específicas que permiten gestionar proyectos de forma eficiente y orientada a resultados. Esta clasificación ofrece una visión integral de PRINCE2, facilitando su comprensión y aplicación en distintos contextos organizativos y tipos de proyectos.

Tabla 7 Componentes Clave de la Metodología PRINCE2: Principios, Temáticas y Procesos

Categoría	Elemento
PRINCIPIOS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Justificación continua de negocio 2. Aprender de la experiencia 3. Roles y responsabilidades definidos 4. Gestión por fases 5. Gestión por excepción 6. Orientación a productos 7. Adaptación al entorno del proyecto
TEMÁTICAS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Business Case 2. Organización 3. Calidad 4. Planes 5. Riesgo 6. Cambio 7. Progreso
PROCESOS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Puesta en marcha 2. Dirección de un proyecto 3. Inicio de un proyecto 4. Control de una fase 5. Gestión de la entrega de productos 6. Gestión de los límites de fase 7. Cierre de un proyecto

Fuente: Elaboración propia.

2.5.5 Metodología OPEN PM2

Open PM2 es la guía de gestión de proyectos creada por la **Comisión Europea**, publicada inicialmente en 2016 como un recurso abierto al público, y revisada en una nueva edición en 2018. Esta metodología busca ofrecer un lenguaje y un marco común para los proyectos gestionados por las instituciones europeas y aquellos relacionados con estas. Su enfoque se basa en un modelo por procesos, denominados artefactos, que facilitan la gestión integral del ciclo de vida de los proyectos (Open PM2, 2018).

El objetivo principal de **Open PM2** es proporcionar a los directores de proyectos una herramienta práctica para entregar los beneficios de una gestión efectiva del trabajo, alineándose con las necesidades específicas de las instituciones de la Unión Europea (Pérez, 2018).

Pilares Fundamentales de Open PM2

La metodología se estructura en **cuatro pilares principales**, que definen su enfoque integral y práctico:

1. Modelo de gobernanza del proyecto:

Define roles y responsabilidades claras para asegurar una gestión eficiente y alineada con los objetivos del proyecto.

2. Ciclo de vida del proyecto

Describe las fases principales que conforman el desarrollo del proyecto, desde su inicio hasta su cierre.

3. **Conjunto de procesos:**

Incluye las actividades clave de gestión de proyectos, organizadas para guiar paso a paso a los responsables en cada etapa.

4. **Conjunto de artefactos del proyecto:**

Proporciona plantillas y pautas específicas que estandarizan los procesos y simplifican la documentación del proyecto.

Open PM2 se caracteriza por su orientación práctica, con explicaciones detalladas y directrices claras sobre lo que debe realizarse en cada fase del proyecto. Esto lo convierte en una herramienta accesible y eficiente para los gestores de proyectos dentro y fuera del ámbito de las instituciones europeas.

2.5.6 Metodología IPMA: ICB

La **International Project Management Association (IPMA)**, creada en Suiza en 1965, es la organización más antigua en el ámbito de la gestión de proyectos y está formada por una red de asociaciones nacionales. Su estándar, conocido como **Individual Competence Baseline (ICB)**, establece los lineamientos para evaluar y certificar competencias en dirección de proyectos.

La metodología IPMA se fundamenta en un marco integral que abarca planificación, organización, seguimiento y control de los aspectos clave de un proyecto, incluyendo liderazgo y dirección. Su objetivo principal es garantizar la ejecución exitosa mediante el cumplimiento del alcance, el tiempo y los costos establecidos. Este marco busca estandarizar y optimizar las tareas básicas necesarias para completar proyectos de manera eficiente.

El estándar ICB proporciona un conjunto estructurado de términos, habilidades, procesos y herramientas esenciales para la dirección de proyectos. Además, es útil tanto para los gestores como para los stakeholders, asegurando un enfoque sistemático y profesional en la gestión.

1 Certificación IPMA

IPMA ofrece un sistema de certificación que evalúa las capacidades de los gestores en cuatro niveles, definidos por el modelo **4LC**:

- **Nivel A:** Competencia para dirigir proyectos complejos.
- **Nivel B:** Competencia para gestionar proyectos complejos con un mínimo de 5 años de experiencia.
- **Nivel C:** Competencia para gestionar proyectos de mediana complejidad con al menos 3 años de experiencia.
- **Nivel D:** Aplicación de conocimientos fundamentales en dirección de proyectos.

2 Competencias de ICB

El marco ICB clasifica 29 competencias en tres áreas:

1. Área Personal (10 competencias):

Incluye auto gestión, liderazgo, negociación, trabajo en equipo y orientación a resultados.

2. Área Práctica (14 competencias):

Cubre diseño de proyectos, alcance, calidad, planificación, riesgos y oportunidades, entre otros.

3. Área Perspectiva (5 competencias):

Enfocada en estrategia, conformidad con normativas, estructuras de gobierno, y valores culturales.

En la Figura 15, se presenta un resumen visual de estas competencias organizadas por área, lo que facilita su comprensión y aplicación en la gestión de proyectos. Este enfoque hace de ICB un estándar eficaz para desarrollar y certificar profesionales en dirección de proyectos (IPMA ICB4, 2015).



Figura 15 Competencias IPMA

Fuente: Pagina 69. Baeza. L. 2019. 'Innovación en Las Metodologías de Dirección de Proyectos para PYMES'. Ingeniera de Organización Industrial. Universidad de

Valladolid. Valladolid, España

2.5.7 Metodología de gestión de proyectos de cadena crítica

La metodología de gestión de proyectos de cadena crítica, introducida en 1997 por Eliyahu M. Goldratt, se destaca como un enfoque reciente y ampliamente aplicado debido a sus resultados positivos. Este método permite ejecutar proyectos de manera más rápida y económica en comparación con otros enfoques tradicionales. Una de sus principales características es la simplificación del control y del seguimiento de tareas, priorizando la gestión de recursos sobre las actividades específicas. A lo largo del ciclo de vida del proyecto, la disponibilidad de los recursos se limita de forma controlada para garantizar la finalización en el menor tiempo posible.

Una estrategia clave de este enfoque es la asignación de amortiguadores específicos (de proyecto, de alimentación y de recursos) a las tareas críticas, lo que contribuye a prevenir retrasos y a cumplir con los plazos establecidos. La etapa de planificación adquiere especial relevancia, dado que se establecen plazos mínimos y restricciones diseñadas para reducir al máximo la duración del proyecto, evitando fallos relacionados con el incumplimiento de los límites temporales.

Los principios fundamentales de esta metodología incluyen:

- Definición de límites temporales y recursos mínimos: Se determinan parámetros claros para cada proyecto.
- Ejecución prioritaria: Las tareas más urgentes se abordan primero, muchas veces de forma simultánea.
- Verificación de recursos: Se evalúa la disponibilidad de recursos humanos y materiales para cada actividad.

Este enfoque cubre aspectos clave como el alcance, los costos, los riesgos, la calidad y la cronograma, permitiendo optimizar recursos, minimizar riesgos y garantizar una entrega eficiente.

2.5.8 Metodología de proyecto en cascada

La metodología en cascada, también conocida como metodología tradicional, organiza el desarrollo de proyectos en una serie de procesos que se ejecutan de manera secuencial hasta alcanzar los objetivos planteados para cada fase o para el proyecto en su totalidad. Este enfoque sigue los lineamientos comunes establecidos en el PMBOK (Recursos en Project Management, 2014) e incluye las siguientes etapas:

- **Inicialización:** Se define el alcance inicial del proyecto y se obtiene la aprobación para comenzar.
- **Planificación:** Se desarrollan los planes necesarios para la gestión efectiva del proyecto.
- **Ejecución:** Se implementan las tareas planificadas con el propósito de producir los entregables requeridos.
- **Seguimiento y control:** Se supervisan las actividades realizadas, comparándolas con la planificación original o línea base, para identificar desviaciones y tomar medidas correctivas.
- **Cierre:** Se concluye la fase o el proyecto, ya sea por la entrega exitosa de los resultados, la imposibilidad de lograrlos o la falta de justificación para continuar.

Este cierre formal incluye la liberación de recursos y la recopilación de lecciones aprendidas para futuros proyectos.

La estructura de esta metodología permite dividir el proyecto en fases que se completan de forma ordenada, avanzando progresivamente hacia el objetivo final mediante la consecución de metas parciales. Este enfoque se ilustra en la Figura 16, la cual representa gráficamente el desarrollo secuencial del proyecto.

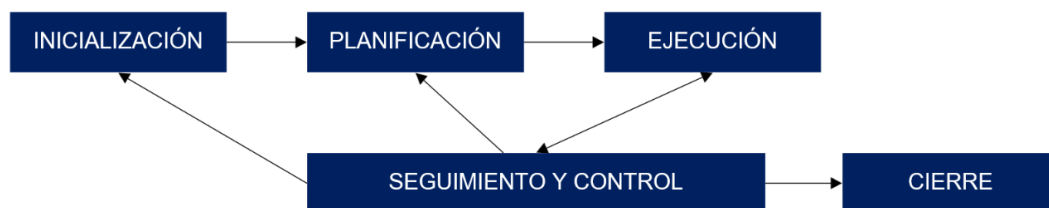


Figura 16 Consecución de objetivos parciales

Fuente: Pagina 38. Baeza. L. 2019. 'Innovación en Las Metodologías de Dirección de Proyectos para PYMES'. Ingeniera de Organización Industrial. Universidad de Valladolid. Valladolid, España.

Ventajas y desventajas de la Metodología en Cascada.

Ventajas:

- Este enfoque destaca por su seguridad y planificación rigurosa, lo que permite ajustarse a posibles inconvenientes, como la salida de miembros del equipo, sin comprometer el desarrollo del proyecto.

- Proporciona una planificación completa y detallada de todos los aspectos, lo que reduce la posibilidad de confusiones en temas como presupuesto y plazos.
- Es ideal para proyectos donde la lista de requisitos está completamente definida desde el inicio y no se esperan cambios significativos.

Desventajas:

- Presenta una baja flexibilidad, lo que dificulta la incorporación de cambios en el diseño del proyecto una vez iniciado.
- El desarrollo del proyecto depende del cumplimiento de todos los requisitos iniciales, lo que puede convertirse en un obstáculo si no se identificaron correctamente desde el principio.
- Problemas inesperados pueden retrasar considerablemente la finalización del proyecto.
- Una vez concluida una fase, resulta complicado retroceder para realizar modificaciones.
- Los cambios que se intenten realizar generan costos adicionales significativos en términos de presupuesto, recursos y tiempo.

Entre las desventajas más destacadas se encuentra el llamado "**Triángulo de Hierro**", el cual establece que, para mantener la calidad del proyecto, cualquier modificación en una de las tres variables principales (alcance, recursos o tiempo)

exige ajustes en las otras dos. Este concepto está representado gráficamente en la Figura 17.

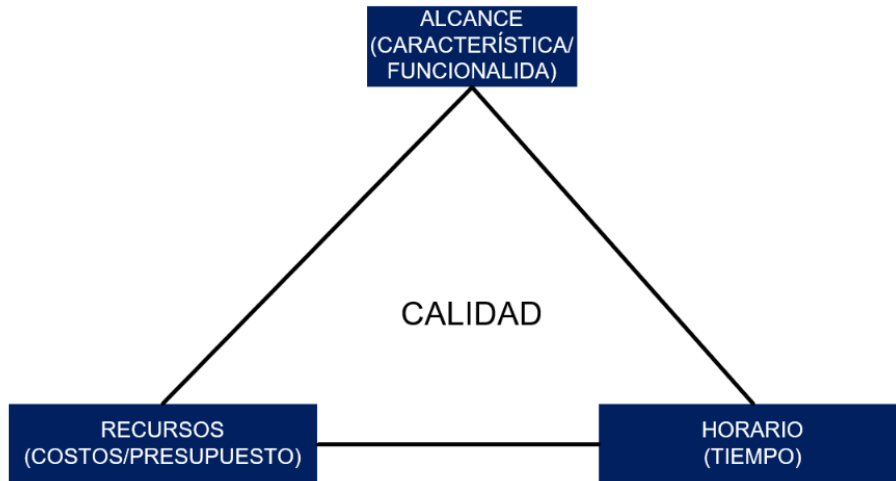


Figura 17 Triangulo de hierro de la metodología en cascada

Fuente: Pagina 39, Baeza. L. 2019. 'Innovación en Las Metodologías de Dirección de Proyectos para PYMES'. Ingeniera de Organización Industrial. Universidad de Valladolid. Valladolid, España

2.5.9 Metodología BIM (Building Information Modeling)

BIM significa "Building Information Modelling", que en español sería Modelado de Información de Construcción, y actualmente es una de las herramientas más importantes en la industria de la construcción. Aunque esta metodología existe desde hace más de diez años, en los últimos tiempos ha generado mucho interés.

BIM es una forma de trabajo que integra todos los procesos y el flujo de información de manera colaborativa y organizada para gestionar proyectos de construcción, ya sea en arquitectura, ingeniería o construcción. BIM implica generar y gestionar la

información tanto física como funcional de un proyecto. El resultado de este proceso son los BIMs o modelos de información de construcción, que en realidad son archivos digitales que contienen todos los detalles del proyecto. Estos archivos ayudan a tomar decisiones a lo largo de todo el ciclo del proyecto, garantizando que la planificación, el diseño y la construcción de los proyectos de obras civiles sean lo más eficientes posible.

El BIM no sólo es un software para la realización de modelos 3D, sino también, junto con sus sistemas, va más allá del 3D (ancho, alto y profundidad), ya que incluye dimensiones tales como 4D hasta la 8D. Esta capacidad de BIM para manejar varias dimensiones se llama "modelado nD", porque se pueden añadir casi infinitas dimensiones al modelo de construcción.

BIM, en su conjunto, se refiere a todas las partes que participan en la construcción y la gestión del ciclo de vida de los proyectos de obras civiles, trabajando en conjunto y compartiendo datos. No obstante, la verdadera fortaleza de BIM está en la información que maneja. Todos los datos que se recopilan, desde que el proyecto se concibe hasta que se finaliza, no solo se almacenan, sino que se pueden usar para tomar decisiones. Estos datos ayudan a mejorar la precisión, expresar mejor las ideas de diseño para que se ejecuten correctamente, facilitar la transferencia de información entre los involucrados, reducir los cambios de último momento y los problemas de coordinación en el campo, y también proporcionan información útil sobre los proyectos de obras civiles ya existentes para futuras renovaciones.

FUNCIONAMIENTOS DEL BIM

La información de un modelo BIM, se comparte a través de un Entorno Común de Datos (CDE, por sus siglas en inglés) es un espacio virtual accesible para todos. Los datos que se recopilan se conocen como modelo de información, y estos modelos pueden usarse en todas las fases de la vida de un proyecto de obras civiles, desde el inicio hasta su operación, e incluso en renovaciones o reacondicionamientos.

Para empezar a implementar BIM, es necesario, entre otras cosas, crear y gestionar de manera organizada la información y el intercambio de datos en la nube. Para ello, se necesita un Entorno de Datos Colaborativo o CDE, que es una herramienta que actúa como un contenedor único de información donde todos los miembros del equipo comparten los datos de manera coordinada.

En proyectos de construcción que usan BIM, es esencial gestionar la información de forma ordenada y permitir el intercambio de documentos y datos. Por eso, es crucial tener un CDE que proporcione un entorno seguro, rápido y bien estructurado.

El Common Data Environment (CDE), o Entorno de Datos Colaborativo, es una herramienta que permite a los participantes de un proyecto trabajar de manera conectada a través de la nube. En este entorno, se puede recopilar, gestionar y compartir la información y los datos del proyecto entre los distintos equipos.



Figura 18 Entorno de Datos Colaborativo

Fuente: Elaboración Propia.

DIMENSIONES BIM

DIMENSIÓN 1

Este nivel es donde se encuentran muchas empresas y estudios actualmente. Se utiliza una combinación de trabajo en 3D para la fase de diseño y 2D para la creación de los documentos técnicos. La colaboración existe, pero se limita principalmente a compartir datos del proyecto en la nube. Sin embargo, el modelo no se comparte de manera simultánea entre todos los miembros del equipo.

DIMENSIÓN 2

En este nivel comienza la verdadera colaboración. Cada parte trabaja en su propio modelo 3D, pero la información se comparte en un formato común, lo que permite un flujo de trabajo colaborativo. Los programas que se usan deben ser capaces de exportar la información en un formato estándar para que todos los participantes puedan utilizarla en sus propios modelos.

DIMENSIÓN 3

Aquí se alcanza el máximo nivel de colaboración. Todos los involucrados trabajan en un solo modelo que se comparte entre todos. Esto permite que cualquier participante acceda y modifique el mismo modelo, eliminando los problemas que antes ocurrían al unificar diferentes modelos. A esta fase se le llama "Open BIM". Para que este grado de colaboración sea posible, se necesita software que permita trabajar de manera simultánea en el modelo común. Es por esto que han surgido soluciones como 3DEXPERIENCE, que es una plataforma que integra diferentes programas, incluyendo algunos para modelado 3D como CATIA.

Además de ofrecer un camino hacia la madurez en BIM, la estandarización de estos niveles sirve como referencia para que empresas y oficinas de arquitectura colaboren sin problemas en proyectos conjuntos, reduciendo tiempos y optimizando costos. Esta escala también se ha creado para establecer reglas de trabajo obligatorias en las propuestas para contratos públicos en el Reino Unido, y se espera que otros países adopten sistemas similares.

DIMENSIÓN 4

El nivel 4D agrega la dimensión del tiempo, relacionando las actividades de construcción con cronogramas y modelos 3D. Esto permite una simulación en tiempo real del progreso del proyecto. La dimensión del tiempo ayuda a evaluar la capacidad de construcción y a planificar mejor el flujo de trabajo. Todos los participantes del proyecto pueden visualizar y comunicar problemas relacionados con el progreso secuencial, espacial y temporal de la construcción, lo que mejora los cronogramas, el diseño del sitio y los planes logísticos, aumentando la productividad.

DIMENSIÓN 5

El nivel 5D añade la dimensión de los costos al modelo BIM, lo que permite generar presupuestos de manera inmediata y ver representaciones financieras del proyecto en relación con el tiempo. Esto mejora la precisión de las estimaciones, reduce los errores que suelen ocurrir con los datos CAD y permite a los consultores centrarse más en agregar valor al proyecto.

DIMENSIÓN 6

En el nivel 6D, BIM se utiliza para gestionar las instalaciones. Este nivel añade una descripción detallada de los elementos de construcción y los servicios de ingeniería, lo que convierte a BIM en una base de datos completa para la gestión de instalaciones.

DIMENSIÓN 7

El nivel 7D incorpora la sostenibilidad al modelo BIM, permitiendo a los diseñadores y profesionales cumplir con los objetivos de reducción de carbono en los proyectos, además de validar decisiones y comparar diferentes opciones para un enfoque más sostenible.

DIMENSIÓN 8

El nivel 8D agrega la dimensión de la seguridad, tanto en el diseño como en el proceso de construcción.

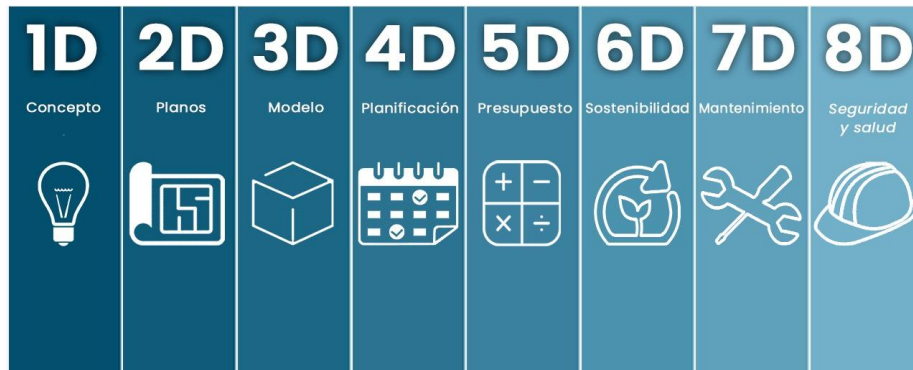


Figura 19 Dimensiones BIM

Fuente: <https://www.kin.energy/blogs/post/aplicación-de-la-metodología-bim-sistemas-de-clasificación>

CAPÍTULO III IDENTIFICACIÓN Y CONCEPTUALIZACIÓN DEL PROYECTO

3.1 Conceptualización del proyecto

Para que un proyecto se origine debe existir una necesidad insatisfecha, la cual puede ser, por ejemplo, un edificio para solucionar un problema habitacional, un puente que permita la comunicación de una zona aislada, un monumento que recuerde algún hecho o persona importante de la historia, entre otros. Se debe realizar un análisis de estas necesidades, seleccionando las más relevantes, para lo cual se deben considerar los siguientes aspectos:

- Identificar las causas que originan la necesidad de un proyecto, tales como: modificación del medio, política de desarrollo, modificación de las características de la demanda, obsolescencia de la infraestructura existente y requerimiento de nuevas infraestructuras.
- Establecer los objetivos que debe satisfacer el proyecto, tales como: sociales, económicos, funcionales y de lucro.
- Priorizar las necesidades en función de los objetivos prioritarios establecidos.

Luego se identifican todas las posibles soluciones que permitan resolver el problema planteado. Se proponen soluciones a nivel de conceptualización privilegiando la imaginación, más que las restricciones, para después realizar los estudios de viabilidad los cuales consisten en determinar si el proyecto en estudio es viable desde un punto de vista medioambiental, técnico, económico, administrativo y legal.

3.1.1 Alcance del proyecto

El alcance del proyecto se refiere a la definición precisa de los objetivos y entregables necesarios para su correcta ejecución. Este concepto establece qué acciones son necesarias para lograr los resultados esperados y constituye una guía esencial desde el inicio del proyecto, la cual:

- Identifica a las partes interesadas clave, los recursos necesarios y los plazos establecidos.
- Delimita claramente qué aspectos forman parte del proyecto y cuáles quedan excluidos, evitando confusiones durante su desarrollo.
- Incluye cualquier restricción o limitación que pueda influir en la forma en que se llevan a cabo las actividades. Estas pueden modificarse siempre y cuando exista una autorización escrita del propietario del proyecto.
- Define los límites del proyecto y apoya a los gestores en la planificación y ejecución de todas las tareas necesarias para completarlo dentro del tiempo y presupuesto asignados.

3.1.2 Fase de diseño y planificación

En la fase de diseño y planificación de un proyecto de construcción de obras civiles, se establece la visión conceptual y técnica de la obra mediante planos de diseño y especificaciones detalladas de cada una de las especialidades involucradas en un determinado proyecto. En esta etapa se definen los parámetros estéticos y técnicos que deben ser funcionales en el proyecto, que se definirá en función del presupuesto y tiempo de ejecución. Los especialistas involucrados, tales como arquitectos, ingenieros estructuristas, hidráulicos y eléctricos, colaboran para crear un diseño

que cumpla con normativas técnicas y de seguridad y responda a las necesidades de los interesados de un proyecto, o un cliente específico. La coordinación entre cada una de las distintas especialidades involucradas en un proyecto es clave para garantizar que cada componente del diseño funcione en armonía y facilite la futura ejecución del proyecto. El resultado de esta fase es un conjunto de documentos técnicos que guiarán las etapas subsiguientes, especialmente el proceso de licitación y construcción.

3.1.3 Fuentes de financiamiento

Una fuente de financiamiento es el origen de un recurso económico que permite la cobertura de un gasto o de una inversión. Estas otorgan un margen de garantías, permitiendo no solo el desarrollo cotidiano de sus funciones, sino que también la realización de nuevos proyectos. Las fuentes de financiamiento dependen si el proyecto es público⁴ o privado⁵

Las principales características de las fuentes de financiamiento son:

- Son internas o externas
- Deben obtener un beneficio para que la inversión sea rentable.
- Si poseen participación en las utilidades (ganancias), esta es proporcional a la aportación en capital.
- Otorgan beneficios monetarios
- Deben llevar un respectivo control.

⁴ El gobierno es el propietario del proyecto.

⁵ empresa privada o persona natural ajena al gobierno es el propietario del proyecto.

3.1.3.1 Fuentes de financiamiento para proyectos públicos

Financiamiento público

Estos son cuando los contratos de obra pública de infraestructura se financian con recursos del Estado o con la obtención de recursos multilaterales. El Estado licita la construcción de la obra y procede al pago. Esta fuente se puede dividir en dos tipos:

- **Directo:** El estado financia directamente el desarrollo de infraestructura, ya sea con recursos públicos o mediante financiamiento externo. Este financiamiento está sujeto a la aprobación del presupuesto de la nación por parte del organismo legislativo.
- **Multilateral:** En este caso, se incluye la participación de organizaciones internacionales tales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE) entre otros. Esta modalidad puede ser a modo de subsidio no reembolsable o mediante préstamos en condiciones preferenciales.

Financiamiento mediante Asocio Público – Privado

Este tipo de financiamiento se da cuando las entidades estatales delegan a un inversionista⁶ privado para el diseño, construcción, reparación, mejoramiento, equipamiento, operación y mantenimiento de una infraestructura, esto puede incluir

⁶ Esta puede ser persona natural o jurídica

también la prestación de servicios públicos o la explotación o ejecución de una actividad de interés general⁷

Dependiendo de la naturaleza económica, los contratos de un socio público – privado se clasifican en:

1. Autosostenibles: Son aquellos en los que los ingresos obtenidos a través de las tarifas o precios cobrados directamente a los usuarios son suficientes para cubrir los costos del proyecto durante la duración del contrato. Esto permite al inversionista privado obtener una rentabilidad adecuada en relación con el riesgo que asume y acorde con las condiciones del mercado, sin requerir recursos ni garantías del Estado.
2. Cofinanciados: Son aquellos en los que la sostenibilidad económica del proyecto, durante toda o alguna parte de la vigencia del contrato, demande recursos o garantías del Estado.

La decisión acerca de cuál fuente de financiamiento utilizar para proyectos públicos depende de múltiples factores, tales como naturaleza y magnitud del proyecto, plazos involucrados, riesgo país, riesgo empresa, estructura y niveles de las tasas de interés, solvencia y liquidez de los inversores y principales contratistas, grado de acceso al mercado de capitales y costo de los seguros de créditos y de las garantías bancarias.

⁷ Son aquellas actividades que tienen por objetivo el impulso de sectores estratégicos de la economía mediante el fomento de la tecnología, la ciencia, la innovación, así como la investigación y desarrollo.

3.1.3.2 Fuentes de financiamiento para proyectos privados

En los proyectos privados, las fuentes de financiamiento se pueden clasificar en:

- **Fuentes de financiamiento internas:** Se refieren al capital generado por la propia empresa, como los beneficios retenidos, la reducción de gastos o la venta de activos no esenciales.

- **Fuentes de financiamiento externas:** Se refieren a aquellas donde el capital se obtiene por parte de un accionista o una entidad financiera que espera a cambio un beneficio. Existen diferentes métodos que utilizan las empresas para encontrar financiación externa, como, por ejemplo:
 - Préstamos Financieros⁸

 - Crédito hipotecario

 - Venta de activos fijos

 - Línea de crédito

3.2 Reclutamiento y selección de especialistas

Al planificar un proyecto de construcción de obra civil, se debe llevar a cabo un proceso estricto de reclutamiento para seleccionar los profesionales involucrados en cada fase de este; no sólo en función de criterios técnicos, sino también de la

⁸ Un préstamo financiero es una operación mediante la cual una de las partes (prestamista) entrega a la otra (prestatario) una cantidad de dinero que se compromete a devolver en un plazo determinado, junto con el pago de una suma en concepto de intereses generados durante ese período.

necesidad de integrar perfiles de las distintas especialidades que garanticen la calidad y viabilidad del proyecto.

3.2.1 Perfil de los especialistas requeridos

Lograr los objetivos establecidos en la concepción de un proyecto de construcción de obras civiles depende de gran medida de la selección de especialistas capacitados en cada una de las fases del proyecto. Desde el diseño inicial hasta la ejecución en el sitio, cada fase requiere de profesionales con competencias específicas que contribuyen a la calidad y funcionalidad de la obra. A continuación, se describe los perfiles de los especialistas clave involucrados en el ciclo de vida de un proyecto de construcción de obras civiles, donde se incluyen roles en las etapas de diseño, licitación y construcción; asimismo, la Figura 20 presenta un flujograma que ilustra la participación de cada especialista en el proyecto y cómo el aporte de cada uno se interrelaciona en las distintas fases de un proyecto. Este enfoque permite identificar los momentos críticos en los que el rol de cada especialista es importante para asegurar que el proyecto se desarrolle de acuerdo con los estándares técnicos, dentro de los plazos y presupuestos establecidos por cada una de las especialidades involucradas.

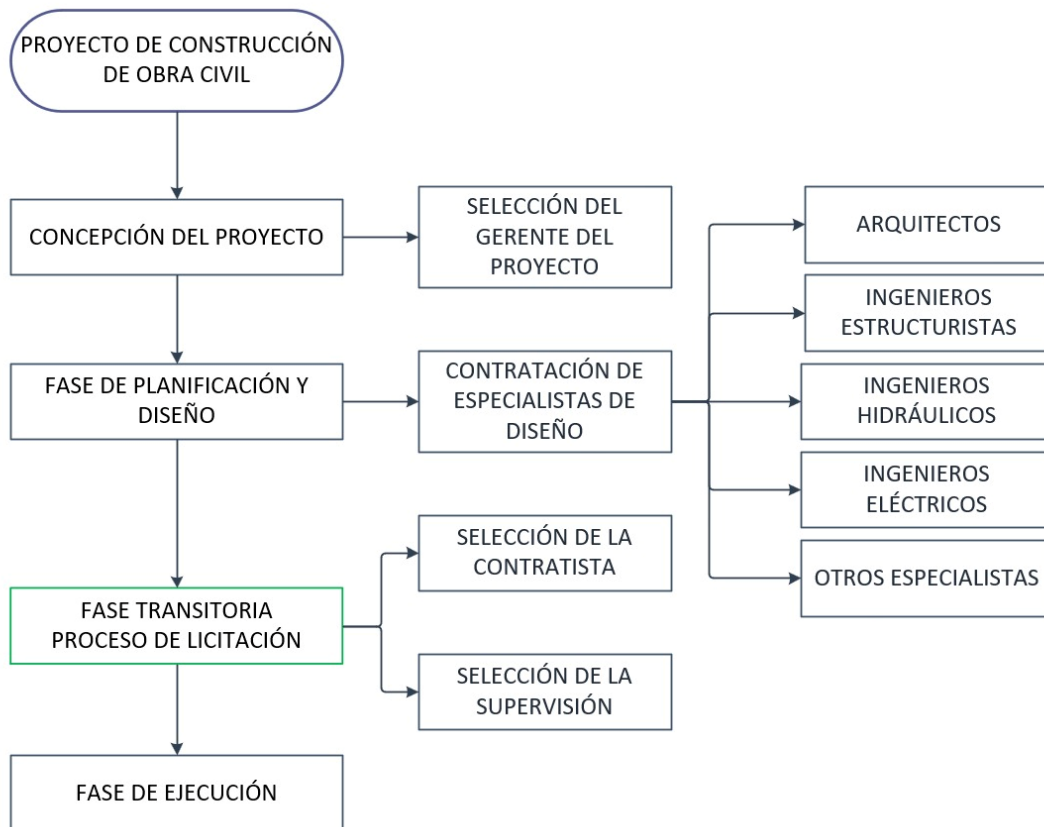


Figura 20 Especialistas involucrado en las etapas de un proyecto de construcción

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, a manera de complemento del flujograma anterior, se presenta en la Figura 21 en la que se refleja la participación y continua del Gerente a lo largo de todas las etapas del proyecto; donde el gerente del proyecto cumple una función de coordinación técnica y administrativa, supervisando de manera macro desde la concepción del proyecto, la planificación, el diseño, hasta las fases de licitación y ejecución. Si bien la Figura 20Figura 20 indica la selección de este en la etapa de concepción, es importante destacar que el rol del gerente no se limita a una intervención puntual, sino que es constante a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

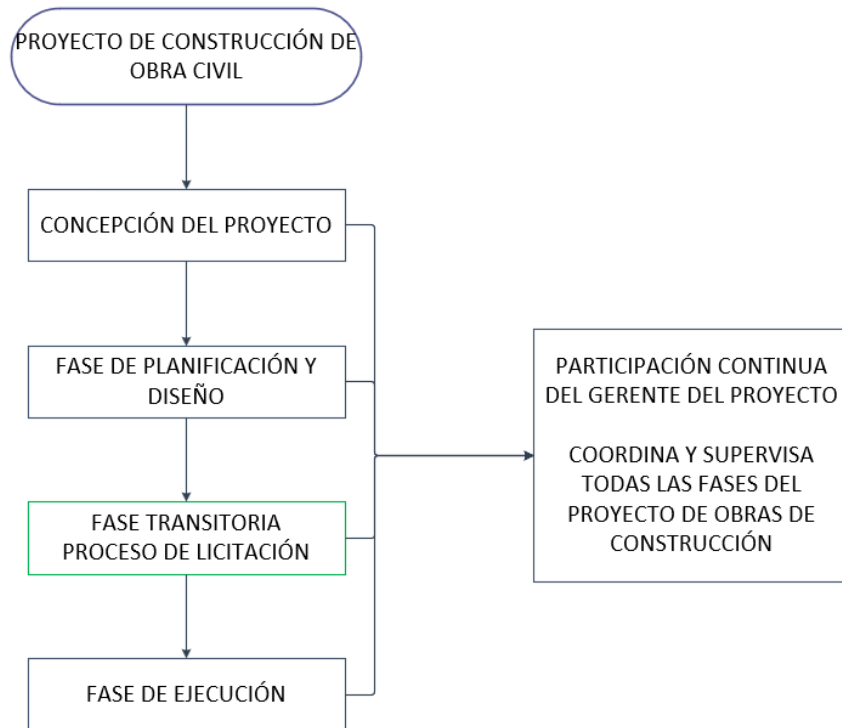


Figura 21 Participación del gerente en el ciclo de vida del proyecto.

Fuente: Realización propia.

3.2.1.1 Conceptualización del proyecto

Los perfiles de los profesionales requeridos en la fase de diseño, o planificación, son los siguientes:

a) Gerente de proyectos

El Gerente de Proyectos asume un papel clave en la conceptualización y organización inicial del proyecto, estableciendo las bases para su desarrollo exitoso.

Sus principales responsabilidades incluyen:

- **Definición de Alcance y Objetivos**

El gerente lidera la identificación de los objetivos del proyecto, en colaboración con el cliente y los equipos técnicos. Esto incluye definir el alcance del trabajo, los entregables esperados, y las metas en términos de calidad, tiempo y costo.

- **Coordinación del Diseño Inicial**

Supervisa el desarrollo de los diseños conceptuales y preliminares, asegurándose de que cada especialidad (estructural, hidráulica, eléctrica, etc.) trabaje de manera integrada. Facilita reuniones entre arquitectos e ingenieros para garantizar que las soluciones técnicas cumplan con las expectativas del cliente.

- **Gestión del Cronograma**

Elabora un cronograma detallado que incluye hitos clave para cada fase del diseño. Identifica dependencias críticas y establece plazos realistas para completar planos, especificaciones técnicas y otros documentos esenciales.

- **Gestión de Recursos**

Coordina la asignación de recursos humanos y técnicos necesarios para la etapa de planificación. Esto incluye la selección de consultores y especialistas que participarán en el diseño del proyecto.

- **Viabilidad Técnica y Constructiva**

Asegura que los diseños preliminares sean técnicamente viables y constructivos, verificando que se anticipen restricciones o desafíos desde la etapa inicial para evitar problemas en fases posteriores.

- **Presupuesto Preliminar**

Colabora con los equipos técnicos para desarrollar un presupuesto preliminar basado en los diseños iniciales. Identifica áreas potenciales de ahorro y optimización de costos, y asegura que los diseños se mantengan dentro del marco financiero acordado.

3.2.1.2 Fase de planificación y diseño

a) Arquitecto

Son aquellos profesionales responsables de dar forma física y conceptual a la idea original del cliente, plasmándola en proyectos arquitectónicos que integren funcionalidad, estética y viabilidad técnica. Su perfil deberá ser tal que permita proyectar diseños que se ajusten a los requerimientos específicos del cliente y coordinar con las diferentes especialidades para que el diseño cumpla con las necesidades del proyecto, así como con estándares técnicos vigentes (ACI, IPC, ANSII, ISO, etc.). Además, su trabajo puede expandirse a la planificación de espacios urbanos, diseño de parques, jardines y otros proyectos que integren aspectos arquitectónicos y paisajísticos, manteniendo un enfoque en la armonía visual y funcionalidad del entorno construido.

b) Ingeniero estructurista

Los ingenieros estructuristas son los profesionales responsables de diseñar y analizar las estructuras que conformarán el proyecto, asegurando su capacidad para resistir las cargas y solicitaciones que experimentará durante toda su vida útil. Este trabajo incluye la determinación de materiales adecuados según estándares

vigentes (ASTM, por ejemplo), como: cemento, arena, grava, acero estructural u otros materiales compuestos; así como el diseño de elementos sismorresistente principales, como, por ejemplo: columnas, vigas, losas y fundaciones.

Además, los ingenieros estructuristas evalúan factores como cargas sísmicas, viento, etc., utilizando normativas técnicas tales como ACI 318 (Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural), ASCE 7 (Cargas Mínimas de Diseño y Criterios Asociados para Edificios y Otras Estructuras); siempre definiéndose bajo el marco legal en el país en el cual estén actuando. En El Salvador, el diseño de las edificaciones se rige bajo el Reglamento de Seguridad Estructural de las Construcciones (RESESCO).

Durante la etapa de construcción, este especialista apoyará la correcta ejecución de los elementos estructurales para garantizar que se cumplan las especificaciones de diseño, con el objetivo de proporcionar una estructura segura, estable y eficiente que cumpla los requerimientos bajo la cual fue diseñada.

c) Ingeniero hidráulico

El ingeniero hidráulico diseña, calcula y supervisa los sistemas de abastecimiento de agua potable, redes de drenaje pluvial y sanitario, así como otras instalaciones relacionadas con la gestión de recursos hídricos en el proyecto. Este profesional analiza las características del terreno, la disponibilidad de fuentes de agua y las necesidades específicas del proyecto para diseñar sistemas eficientes y sostenibles.

Se apoya en normativas internacionales y locales como el IPC (International Plumbing Code) que establece lineamientos para sistemas hidráulicos y drenaje, la Norma Técnica de ANDA, la cual establece criterios de diseño para abastecimiento de agua potable y alcantarillado, Reglamento a la Ley De Desarrollo Y Ordenamiento Del Área Metropolitana de San Salvador y de los Municipios Aledaños, que establece los criterios de diseño para sistemas de aguas lluvias, NFPA (National Fire Protection Association) la cual establece lineamientos para el diseño de sistemas contra incendios, así mismo, utilizan estándares específicos como normas AWWA (American Water Works Association) para los materiales en el diseño de sistemas de abastecimiento y distribución de agua potable.

Durante la fase de construcción, el ingeniero hidráulico apoya en la supervisión y control de la instalación de tuberías de los diferentes sistemas (aguas negras, aguas lluvias, agua potable, de riego y sistema contra incendio), sistemas de almacenamiento de agua potable, sistemas de detención de aguas lluvias (si lo hubiese), dispositivos de control de flujo, planta de tratamiento (si la hubiese), complementos del sistema contra incendio⁹ y la correcta instalación de los equipos de bombeo de los diferentes sistemas (aguas negras, aguas lluvias, agua potable, riego y sistema contra incendio), asegurándose de que los sistemas sean seguros, funcionales y cumplan las especificaciones bajo las cuales fueron diseñados.

⁹ Rociadores, mangueras, toma del cuerpo de bomberos (toma siamesa), Hidrantes para el combate de incendios, gabinetes en pasillos, extintores y alarmas de humo

d) Ingeniero electricista

El ingeniero electricista se encarga de diseñar, calcular y supervisar las instalaciones eléctricas necesarias para el proyecto, incluyendo sistemas de suministro de energía, iluminación, automatización y dispositivos de protección. Garantiza que estas instalaciones cumplan con las normativas técnicas y de seguridad, como los lineamientos establecidos por SIGET (Super Intendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones), National Electrical Code (NEC) o la IEC¹⁰ (International Electrotechnical Commission), que regulan aspectos como el dimensionamiento de conductores y dispositivos de protección.

Su diseño no solo se centra en la funcionalidad, sino también en la eficiencia energética y la sostenibilidad. Durante la construcción, verifica la correcta instalación de los componentes eléctricos y realiza pruebas de funcionamiento para garantizar que cumplan con las especificaciones y normativas.

e) Otros especialistas

Además de los perfiles anteriormente descritos, existen profesionales de otras índoles cuya participación es fundamental dependiente del tipo de proyecto de obra civil a ejecutar. Si bien, en edificaciones los roles principales de los profesionales suelen estar enfocados a la parte arquitectónica, estructural, hidráulica y eléctrica, hay otros tipos de obra que pueden requerir profesionales con diferentes competencias, por ejemplo: proyectos de infraestructura vial, obras de paso, sistemas de retención y obras de mitigación.

¹⁰ Normas internacionales para instalaciones de baja y alta tensión (incluye materiales, sistemas y procedimientos de instalación)

Dentro de los profesionales requeridos que se pueden incluir para llevar a cabo estas obras son:

- **Especialista en estructuras de obras de paso.**

Responsables de diseñar estructuras como puentes, viaductos, paso a desnivel, considerando factores como cargas de tráfico, así como parámetros establecidos por otras especialidades como los niveles de aguas máximo extraordinarios (NAME), determinado por el hidrólogo del proyecto en cuestión.

- **Especialista en Diseño Geométrico.**

Es el encargado de elaborar diseños conceptuales y propuestas geométricas de proyectos viales (ancho del pavimento, alineación horizontal y vertical, canalización de pendientes e intersecciones), incluidas las obras de paso,

- **Especialista en Pavimentos.**

Es el encargado de la revisión de los materiales de pavimentos rígidos y flexibles, así mismo, diseña la estructura de dichos pavimentos (sub base, base y capa de rodadura) y supervisa la elaboración y puesta de estos.

- **Especialista Geotécnico.**

Son aquellos encargados de analizar las condiciones del suelo y sus características mecánicas; diseñar soluciones para cimentaciones, taludes y estabilidad de terrenos.

- **Especialista Hidrólogo.**

Encargado de analizar el comportamiento hidrológico de una cuenca y diseñar soluciones relacionadas con el control o manejo del recurso hídrico en el entorno del proyecto. Define parámetros como el Nivel de Aguas Máximos

(NAME), caudales de diseño, períodos de retorno, tránsito de avenidas, etc., los cuales son fundamentales para el diseño de estructuras hidráulicas de gran escala y obras de paso, como bóvedas y puentes. Son importantes cuando un proyecto deba considerar aspectos como la presencia de sistemas hidrográficos, cercanía de quebradas, control de inundaciones, canales y estructuras para la regulación de caudales máximos.

- **Especialista en terracería.**

Será responsable de planificar, diseñar, construir y mantener proyectos de ingeniería civil relacionados con movimientos de suelo. Asimismo, se encargarán de planificar los trabajos del personal de terracería; garantizando la adecuada gestión y ejecución de proyectos de terracería.

- **Especialista en topografía.**

Es el encargado de medir y cartografiar el terreno, obtener elevaciones reales, así como de elaborar planos para el catastro, derecho de vía y delimitación de la obra

3.2.1.3 Perfiles de contratista y supervisión.

a) Contratista

En el ámbito de la construcción, un contratista es una persona física o jurídica que, mediante un contrato, se compromete a ejecutar una obra o prestar un servicio específico a cambio de una remuneración acordada y dentro de un plazo determinado.

Algunas de las responsabilidades de la contratista son:

- Planificación y organización.

Diseñar un plan detallado que contemple la secuencia de trabajos, recursos necesarios y tiempos de ejecución.

- Contratación y coordinación de subcontratistas.

En ocasiones, el contratista principal subcontrata a especialistas para tareas específicas, siendo responsable este del control de calidad del trabajo realizado de estos.

- Adquisición de materiales.

Asegurar la provisión de materiales adecuados y en cantidades necesarias para la ejecución de cada una de las actividades en la obra, gestionando pedidos y negociando con los proveedores.

- Control de costos.

Gestionar el presupuesto del proyecto, evitando desviaciones y optimizando los recursos utilizados.

b) Supervisión

Es la encargada de monitorear, verificar y garantizar que el proyecto se ejecute conforme a los planos de diseño, especificaciones técnicas, normativas técnicas vigentes y los términos contractuales establecidos. Su rol asegurará que el trabajo del contratista se cumpla de acuerdo con los estándares de las normas técnicas vigentes, condiciones de seguridad y plazo y costos de ejecución acordados.

- **Supervisión de la planificación y coordinación**

Supervisa las actividades de construcción desde el inicio hasta la finalización, supervisando también el progreso de este.

- **Supervisión del control de calidad**

Asegura que todas las actividades realizadas por la contratista se realicen según los estándares descritos en normativas técnicas vigentes y que se lleven a cabo según lo especificado en las especificaciones técnicas.

- **Supervisión de la gestión de recursos**

Revisa los costos de mano de obra, equipos y materiales planificados, con la contratista, para asegurar su máximo uso con el fin de minimizar lo máximo posible los desperdicios y asegurar los recursos para que se cumpla el presupuesto planificado.

- **Supervisión del cumplimiento de plazos**

Supervisa el progreso del proyecto para asegurar que se cumplan los plazos de ejecución establecidos en el cronograma y estos se mantengan dentro del presupuesto establecido, pronunciando la toma de medidas correctivas cuando sea necesario.

- **Supervisión del aseguramiento de normativas**

Garantiza que todas las actividades de construcción cumplan con normativas y regulaciones vigentes, donde también se incluyen normas de seguridad ocupacional.

3.2.1.4 Fase de construcción o ejecución

Toda la mano de obra, materiales, herramientas, maquinaria y procesos de ejecución requeridos se abordará en el Capítulo 4 de este documento.

3.3 Diseño del proyecto

El diseño de un proyecto consiste en planificar las ideas, calendarios, procesos, materiales, entregables necesarios para alcanzar los objetivos del proyecto. El diseño de un proyecto de construcción se puede subdividir en las siguientes etapas principales:

1. Estudio del terreno natural. El estudio del terreno natural para un proyecto de construcción normalmente consta de:
 - Ubicación: Esta debe especificar la siguiente información: Departamento, Municipio, ciudad; ubicación respecto a calles, avenidas; orientación cardinal; colindantes y accesos. En caso de ser un terreno rural se debe especificar mojones u otros puntos de referencia, que permiten identificar claramente los colindantes del sitio.
 - Condiciones propias: Son las condiciones que posee el terreno natural en el cual se va a ejecutar el proyecto, entre las cuales se encuentran:
 - Topografía del terreno, indicando la forma del sitio, conformación de la superficie, pendiente principal y elevación respecto a un punto en específico conocido.

- Características del suelo¹¹, como son los estratos del subsuelo, nivel freático, capacidad de carga, consolidación, impermeabilidad y plasticidad.
- Condiciones de servicios: Es necesario conocer la existencia de los servicios básicos del lugar, con el fin de buscar alternativas en caso de no existir o que ofrezcan condiciones desfavorables.

2. Diseño arquitectónico: Una vez conocidas las características físicas y reglamentarias del terreno, se comienza con el diseño arquitectónico, el cual consiste en dar forma a las ideas del propietario. Un aspecto importante de esta etapa, y a modo de hacer más eficiente la etapa constructiva, es que el diseño considere elementos estandarizados, sin que se sacrifique la funcionalidad del proyecto. Este diseño considera las siguientes etapas:

- Programa: Es un documento donde se establecen las necesidades que el propietario estima que debe cumplir la obra.
- Anteproyecto: Corresponde a los primeros bosquejos de solución que realiza el arquitecto, para satisfacer las necesidades del propietario. Se establecen costos y plazos globales de cada alternativa para que el propietario elija la más adecuada a sus necesidades y presupuesto.
- Proyecto arquitectónico: Es el estudio detallado de la alternativa elegida y comprende:
 - Planos generales que incluyen: ubicación del edificio en el terreno, plantas arquitectónicas, elevaciones, cortes, maquetas.

¹¹ Estas características pueden ser obtenidas mediante un estudio de suelos.

- Planos de detalle que pueden comprender: tabiques, puertas y ventanas, escaleras, revestimientos especiales, canales y bajadas de aguas lluvia, entre otros.
3. Diseño estructural. Una vez que el proyecto arquitectónico está definido, se debe dotar la estructura de los elementos necesarios mediante los cuales sea capaz de resistir las cargas a que va a ser sometida durante su vida útil. Un aspecto importante de esta etapa es que algunos diseñadores sin saberlo están definiendo el método constructivo, por lo tanto, esta etapa tiene una influencia muy importante en la etapa constructiva (por ejemplo: es deseable saber si se consideró prefabricación en el diseño). Este diseño consta de las siguientes etapas:
- Cálculo de las cargas: es necesario determinar el tipo y la magnitud de las cargas que afectarán la estructura. Las cargas más frecuentes son: carga muerta, carga viva, sismos y viento.
 - Estructuración: consiste en determinar los elementos que resistirán las cargas estimadas, de modo que la estructura cumpla la función para la cual fue diseñada. Los elementos principales que pueden cumplir esta función son las paredes, marcos, columnas, losas, etc.
 - Diseño de los elementos estructurales: consiste en determinar los materiales, forma y dimensiones de los elementos que absorberán los esfuerzos. Dentro de esta etapa se considera también el diseño de uniones, consistente en diseñar las uniones de los elementos estructurales, de modo que la estructura se comporte como fue proyectada.

4. Diseño de instalaciones especiales. Las instalaciones por considerar en cada obra dependen de las especificaciones del proyecto y de las exigencias reglamentarias vigentes, algunas de las instalaciones a considerar en un proyecto de edificación son:

- Sanitarias: redes de agua potable, alcantarillado y aguas lluvias.
- Eléctricas: Sistema de alumbrado y fuerza
- Gas (público y domiciliario).
- Aire Acondicionado.
- Comunicación (voz y datos).
- Extracción de basura.
- Otros servicios (ascensores, seguridad, entre otros).

5. Documentos complementarios. Son documentos que acompañan al diseño, en los cuales destacan:

- Términos de referencia.
- Condiciones generales de contratos.
- Condiciones especiales de contratos.
- Consultas aclaratorias y enmiendas.
- Planos de diseño.
- Especificaciones técnicas.

3.4 Proceso de Licitación.

Es un proceso administrativo en el que una entidad (pública o privada) solicita abiertamente la necesidad de contratar a un proveedor o contratista para la realización de un proyecto en específico.

3.4.1 Proceso de licitación pública

En este proceso de licitación se selecciona a la contratista que ejecutará el diseño del proyecto. Esta fase empieza con la publicación de los documentos de licitación, donde se incluye: instrucciones a los oferentes, especificaciones técnicas, plan de oferta¹², planos, términos de contrato, condiciones particulares del proyecto, y términos de referencia. También incluyen los criterios de evaluación para cada una de las propuestas recibidas. Las instituciones contratantes pueden emitir aclaraciones o adendas a los documentos antes descritos hasta un día antes de la presentación de la oferta. Las empresas constructoras interesadas presentan su propuesta técnica y económica, en donde la propuesta técnica¹³ incluyen sus estados financieros¹⁴, los proyectos similares¹⁵ que como empresa han realizado con su respectiva constancia, toda documentación legal¹⁶ que lo avale como empresa en el país, una metodología de trabajo en donde detallan:

- Como se realizará el proyecto
- Plazos de entrega de las actividades
- Horarios en los que ejecutará las obras;
- Personal clave (Se presentan las hojas de vida con sus respectivos atestados y constancias que respalden la experiencia solicitada por el propietario) y complementario [Se menciona todo el personal complementario que se ocupara para el desarrollo del proyecto (Asistentes, inspectores etc)] con los que contará

¹² Este plan de oferta incluye el código de partida y formato establecido por el propietario, en donde el contratista únicamente incluye los precios unitarios.

¹³ El orden y documentos que esta propuesta conlleva, depende del propietario

¹⁴ Estados de flujo de efectivo de la empresa

¹⁵ Son los proyectos similares al proyecto a licitar respaldados con sus respectivas constancias

¹⁶ Documentación que respalden legalmente la conformación de la empresa

para realizar el proyecto y el equipo mecánico y de laboratorio para ejecutar las obras¹⁷;

La propuesta económica¹⁸ consiste en la presentación del plan de oferta completado con sus costos unitarios, así mismo el desglose de estos cuando así lo requiera.

La evaluación de propuestas es realizada por un equipo multidisciplinario que considera factores como la experiencia de la contratista, equipo de trabajo y capacidad técnica (Oferta Técnica), solvencia económica de la contratista y el presupuesto con el que ejecutará el proyecto (Oferta Económica). Este comité emite sus evaluaciones en el tiempo establecido en los documentos de licitación, emitiendo primero el puntaje obtenido en la oferta Técnica y luego el puntaje obtenido en la oferta Económica, para así recomendar la contratación de la empresa con el mejor puntaje obtenido según los criterios de evaluación publicados. La selección correcta de la contratista asegura que el proyecto pueda ser ejecutado con calidad, dentro de los tiempos y costos establecidos, y que responda a las especificaciones del diseño.

Finalizando el proceso con la firma de contrato, para luego entregar los distintos formatos para la etapa de ejecución, entre los cuales están:

- Formato de Carta de presentación de estimación: Es un documento por el cual el contratista presenta un resumen de la estimación correspondiente, en donde incluye fecha de presentación, número de estimación, monto total del

¹⁷ Documentos que respaldan la posesión de los equipos mecánicos y de laboratorio necesarios para ejecutar el proyecto

¹⁸ El orden y documentos que esta propuesta conlleva, depende del propietario

contrato, monto del anticipo (si aplica) y monto el cual está estimando (el contenido del formato varía de acuerdo con el propietario).

- Formato de estimación: Es el documento que el contratista presenta en cada estimación, este se abordara en el capítulo 4.
- Formato de carta de remisión: Es el formato para la comunicación oficial entre contratista – supervisión – propietario
- Formato de bitácora: Es un documento en donde se lleva un registro cronológico por parte de la contratista y supervisión de las actividades, avances, observaciones y atrasos durante la ejecución del proyecto, esta comprende de tres hojas de color diferente, en donde la original es de color blanca (propietario), una copia color celeste o amarilla (supervisión) y una segunda copia color rosado (contratista). En ella están autorizados a escribir y firmar el gerente de proyecto y residente de la contratista y supervisión.

Luego de la entrega de los formatos, se solicita la presentación de las siguientes garantías:

- 1. Garantía de inversión de anticipo:** Es un mecanismo que el contratista debe proporcionar a la entidad contratante con el propósito de asegurar que los fondos entregados como anticipo sean utilizados de manera adecuada y exclusiva para la implementación inicial del proyecto, ya sea en la ejecución de una obra, el suministro de bienes y servicios, o en la prestación de servicios de consultoría. Las condiciones específicas sobre la forma y presentación de esta garantía serán detalladas en los documentos de solicitud correspondientes. El monto de la garantía deberá ser equivalente al cien por ciento del valor del anticipo

otorgado, y su regulación estará sujeta a lo establecido en la normativa vigente en materia de pagos anticipados. La vigencia de esta garantía se mantendrá hasta que el anticipo haya sido completamente pagado o compensado. Durante este período, la entidad contratante tendrá la facultad de supervisar y verificar que los recursos del anticipo se utilicen de manera correcta y conforme a lo acordado. En caso de detectarse un uso indebido o irregular de estos fondos, la entidad contratante podrá hacer efectiva la Garantía de Inversión de Anticipo. Para garantizar la transparencia y el control adecuado, los mecanismos de supervisión y verificación del uso del anticipo deberán estar claramente especificados en los documentos de solicitud de ofertas o cotizaciones.

- 2. Garantía de cumplimiento contractual:** Es un instrumento que el contratista debe otorgar a favor de la entidad contratante con el objetivo de asegurar el cumplimiento integral de todas las cláusulas y condiciones establecidas en el contrato o, en su caso, en la orden de compra. Esta garantía tiene como finalidad garantizar que la obra, bien, servicio o consultoría contratada sea entregada y recibida de manera satisfactoria, cumpliendo con los requisitos y especificaciones acordadas. No obstante, en situaciones excepcionales, como cuando el objeto del contrato o la urgencia en la entrega lo justifiquen, no será obligatorio requerir esta garantía. Para los efectos de esta ley, se considera entrega inmediata aquella que se realice en un plazo no mayor a quince días hábiles. El monto de esta garantía deberá ajustarse proporcionalmente en caso de que se incremente el valor o el plazo del contrato. Además, será exigible al momento de emitirse la orden de compra, siempre y cuando así lo establezca la entidad contratante en los documentos de solicitud. Asimismo, se deberá definir

un plazo razonable para la presentación de la garantía una vez que se haya formalizado el contrato.

En el caso específico de obras, la garantía de cumplimiento permanecerá vigente hasta que la entidad contratante verifique que no existen fallas o defectos en la construcción, o que estos no son atribuibles al contratista. Solo después de esta verificación se podrá otorgar la recepción definitiva y, en su caso, recibir la garantía de buena obra. Si el costo de reparación de las fallas o defectos supera el valor de la garantía de cumplimiento, el contratista estará obligado a cubrir los costos adicionales correspondientes.

Respecto al monto de la garantía, en el caso de obras, este no podrá ser inferior al diez por ciento del valor total del contrato. Para bienes, servicios y consultorías, el monto será de hasta el diez por ciento. Los documentos de solicitud deberán especificar el plazo de presentación, la vigencia y otros aspectos relevantes de la garantía.

En caso de que el contratista incumpla las especificaciones del contrato sin una justificación válida, la entidad contratante podrá hacer efectiva la garantía de cumplimiento contractual, sin perjuicio de las responsabilidades adicionales que el contratista pueda incurrir por dicho incumplimiento. La efectividad de la garantía será proporcional al valor de las obligaciones incumplidas o que no se ajusten a las especificaciones técnicas establecidas.

Si el contratista o proveedor no presenta la garantía de cumplimiento dentro del plazo establecido y sin una causa justificada, el contrato podrá ser revocado y adjudicado al oferente que haya ocupado el segundo lugar en la evaluación. Esta

posibilidad deberá estar claramente especificada en los documentos de solicitud, y se procederá de manera similar con las demás ofertas, según corresponda.

El proceso para la aplicación de estas garantías (y de manera general) en caso de incumplimiento es el siguiente:

- **Identificación del incumplimiento:** El proceso de aplicación de garantías se inicia cuando la entidad contratante identifica un incumplimiento por parte del contratista
- **Notificación al Contratista:** Una vez identificado el incumplimiento, la entidad contratante debe notificar formalmente al contratista, detallando las fallas o deficiencias encontradas. Esta notificación debe incluir:
 - Una descripción clara y precisa del incumplimiento.
 - Un plazo razonable para que el contratista subsane las deficiencias.
 - Las consecuencias de no corregir las fallas, incluyendo la posibilidad de hacer efectiva la garantía correspondiente.
- **Evaluación y Declaratoria de Incumplimiento:** Si el contratista no subsana las deficiencias dentro del plazo establecido, la entidad contratante emitirá una declaratoria escrita que detalle las fallas y desperfectos imputables al contratista. Esta declaratoria es un documento fundamental para la ejecución de la garantía, ya que sirve como respaldo legal para justificar la aplicación de esta.
- **Requerimiento a la Fiadora o Entidad Emisora de la Garantía:** Con base en la declaratoria de incumplimiento, la entidad contratante realizará un requerimiento formal a la fiadora (entidad que emitió la garantía) para que haga efectiva la garantía. Este requerimiento debe incluir:

- Copia de la declaratoria de incumplimiento.
 - Detalle de las fallas o deficiencias identificadas.
 - Monto de la garantía a ejecutar.
 - Plazo para que la fiadora responda al requerimiento (generalmente 10 días hábiles).
- Ejecución de la Garantía: La fiadora tiene la obligación de responder al requerimiento dentro del plazo establecido. En caso de que la garantía sea válida y procedente, la fiadora deberá:
 - Pagar el monto de la garantía a la entidad contratante.
 - Tomar las acciones necesarias para subsanar las fallas identificadas, en caso de que la garantía incluya este tipo de cobertura.
- Reparación o Compensación: Una vez ejecutada la garantía, la entidad contratante utilizará los fondos recibidos para:
 - Reparar las fallas o deficiencias identificadas en la obra, bienes o servicios.
 - Cubrir los costos adicionales derivados del incumplimiento, en caso de que el monto de la garantía no sea suficiente.
- Cierre del Proceso: Finalmente, se documentará el cierre del proceso de aplicación de la garantía, asegurando que todas las acciones necesarias hayan sido completadas y que las fallas hayan sido adecuadamente subsanadas. Este cierre incluye:
 - Acta de recepción definitiva de la obra o servicio.
 - Liberación de retenciones, en caso de que se haya cumplido con todas las obligaciones contractuales.

- Archivo de toda la documentación relacionada con el proceso de aplicación de la garantía.

En estos documentos, también vienen incluidas las multas y penalidades las cuales son sanciones impuestas a las partes contratantes como consecuencia de un incumplimiento de las condiciones contractuales pactadas al inicio del proyecto. Aunque ambos términos se utilizan en situaciones de incumplimiento de las cláusulas contractuales, estos se pueden diferenciar de la siguiente manera.

Multa: Es una sanción económica que se impone a una parte contratante, generalmente a la contratista, debido a su incumplimiento de alguna de las obligaciones establecidas en las cláusulas contractuales. En proyectos de construcción, las multas suelen estar relacionadas al no cumplimiento de plazos de ejecución, no ejecución acorde a las especificaciones técnicas. Las multas son generalmente de carácter económico y se calculan como un porcentaje del valor total del contrato o del valor de obligación incumplida .

Penalidad: Es una sanción, pero es más amplia que la multa; puesto que también implica otras acciones correctivas, como el no cumplimiento a lo establecido al Plan de Control de Calidad, Plan de Control de Salud y Seguridad Ocupacional, Plan de Manejo Ambiental y Plan de Manejo social; la obligación de subsanar deficiencias de la obra o ejecución de obras adicionales.

Las causantes de la aplicación de multas en proyectos públicos son :

1. Multa por mora: Cuando el contratista/supervisor incurra en mora en el cumplimiento de sus obligaciones contractuales por causas imputables al mismo, se aplican los siguientes porcentajes:

a. En los primeros treinta días de retraso, la multa diaria será del cero punto uno por ciento (0.1%) del valor total del contrato

b. En los siguientes treinta días de retraso, la multa diaria será del cero punto ciento veinticinco por ciento (0.125%) del valor total del contrato.

c. Los siguientes días de atraso, la multa diaria será del cero punto quince por ciento (0.15%) del valor total del contrato.

d. Cuando el total del valor del monto acumulado por multa, represente hasta el doce por ciento (12%) del valor total del contrato, procederá la revocación del mismo, haciendo efectiva la Garantía de Cumplimiento Contractual.

2. Multa por establecimiento de sobrepuestos: Si en una auditoria se comprueba que el precio adjudicado tiene un sobrepuesto sin justificación acorde al promedio del mercado, se sancionará al proveedor desde cinco a veinte veces sobre el incremento cuantificado respecto al precio contractual ofertado.

3. Multas por fraude: Esta se aplica cuando se falsifique o altere un documento electrónico o cualquier otra información almacenada en COMPRASAL o utilice información falsificada o alterada, que vulnere lo regulado en la Ley de Compras Públicas y normativa derivada podrá imponerse previo el debido proceso, el pago de hasta el equivalente de doscientos salarios mínimos mensuales vigentes del sector Comercio.

4. Multas por prácticas desleales: Se aplica cuando se proporciona o divulga secretos comerciales de un contratista a cualquier tercero de los que tenga conocimiento en el contexto de un proceso de compra, violando la prohibición establecida en la Ley de Compras Públicas, podrá ser sancionada, previo debido proceso, al pago no superior equivalente a cien salarios mínimos mensuales vigentes del sector Comercio.

Las penalidades aplicables en proyectos públicos y privados dependen de lo establecido en los documentos contractuales, entre las cuales se tienen:

1. Por no portar la imagen institucional.
2. Por no presentar dentro de los plazos establecidos, presentar incompleto o con errores los informes mensuales y finales.
3. Por no dar cumplimiento a toda instrucción emanada por escrito de parte del propietario.
4. Por no asignar al proyecto los recursos ofertados.

Por cada profesional o técnico que no se encuentre, sin causa justificada en el proyecto, de acuerdo al plan de oferta (perfil del profesional, tiempo asignado, frecuencia de visitas) y con el Programa de Trabajo.

De esta misma forma se selecciona a la empresa que supervisará la ejecución del proyecto.

En esta etapa también se consideran los tipos de contrato bajo los cuales se ejecutará el proyecto, ya que estos definen las responsabilidades, los riesgos y los

métodos de pago entre las partes involucradas. A continuación, se describen los principales tipos de contrato utilizados en la construcción de obras civiles:

Suma global: El contratista se compromete a completar el trabajo por un precio fijo y el propietario del proyecto se compromete a pagar al contratista el precio global.

Llave en mano: En este tipo de contrato, el contratista es responsable tanto del diseño como de la construcción del proyecto. Es decir, realiza todos los trabajos necesarios para la puesta en marcha del proyecto por un precio acordado y en un tiempo determinado.

Precio unitario: Es una contratación mediante el cual el contratista realiza un detallado partidas por unidad de obra, los cuales deberán ser fácilmente medibles. El monto total a pagar al contratista es la suma de los productos de la cantidad de obra ejecutada, por precios unitarios acordados.

Por Administración: Un contrato por administración de obra se basa en la fijación de precios de mano de obra, materiales y de administración de la obra por parte del constructor, y, con base en estos, se facturan al constructor los trabajos realizados encargados por el propietario. El compromiso del constructor se limita a determinar la cantidad a facturar por cada hora de operario o auxiliar de construcción y por cada unidad de material empleado, sin asegurar el número de horas ni las cantidades a utilizar en cada unidad de obra. Sobre el total de la facturación de mano de obra y materiales consumidos, el constructor carga un porcentaje fijo para cubrir sus gastos fijos y utilidad. De esta manera, la cantidad total a cobrar por estos conceptos aumenta a medida que crece el volumen total de mano de obra y materiales, independientemente del volumen total de obra realizado.

3.4.2 Proceso de licitación privada

Este proceso es similar al proceso de licitación pública, en donde empieza con la emisión de los documentos de licitación, donde se incluye: instrucciones a los oferentes, especificaciones técnicas, planos, términos de contrato, condiciones particulares del proyecto, y términos de referencia. También incluyen los criterios de evaluación para cada una de las propuestas recibidas (cuando la empresa contratante los desea evaluar a base de puntaje). Las empresas contratantes pueden emitir aclaraciones o enmiendas a los documentos antes descritos hasta un día antes de la presentación de la oferta. Las empresas constructoras interesadas presentan sus propuestas, detallando su metodología de trabajo para realizar el proyecto, plazos de entrega de las actividades detalladas en su metodología, horarios en los que ejecutará las obras, desglose de costos de ejecución, personal clave y complementario con los que contará para realizar el proyecto y el equipo mecánico y de laboratorio para ejecutar las obras.

La evaluación de propuestas es realizada por un departamento que considera factores como la experiencia de la contratista, equipo de trabajo y capacidad técnica (Oferta Técnica), solvencia económica de la contratista y el presupuesto con el que ejecutará el proyecto (Oferta Económica). Este departamento emite sus evaluaciones para así recomendar la contratación de la empresa que cumplan los criterios de evaluación. La selección correcta de la contratista asegura que el proyecto pueda ser ejecutado con calidad, dentro de los tiempos y costos establecidos, y que responda a las especificaciones del diseño.

Finalizando el proceso con la firma de contrato, para luego entregar los distintos formatos para la etapa de ejecución, dentro de los cuales dependen enteramente del propietario del proyecto, Al igual que las garantías solicitadas y las multas y penalidades.

En este caso, la supervisión es opcional, ya que puede ser del mismo ofertante quien realice la supervisión del proyecto en ejecución o elegir con el proceso de licitación descrito anteriormente, una supervisión externa.

3.5 Fase de construcción o ejecución

La fase de construcción representa la etapa de ejecución del proyecto y abarca las actividades necesarias para llevar a la vida real el diseño planificado. Durante esta fase, la contratista organiza los recursos humanos y materiales para ejecutar cada una de las etapas constructivas de acuerdo con los planos de diseño y especificaciones técnicas. A lo largo de esta etapa, el equipo de supervisión se encarga de monitorear y evaluar el avance de la obra, garantizando que se cumpla con el diseño establecido y con las especificaciones técnicas de cada proceso constructivo. La coordinación entre la contratista y la supervisión es fundamental para la resolución de imprevistos en la obra y realizar ajustes sin comprometer la integridad del diseño ni la funcionalidad de la obra, guiado bajo las recomendaciones del equipo de diseño de cada una de las especialidades.

CAPÍTULO IV GESTIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

La gestión es la administración de los recursos necesarios para llevar a cabo algún tipo de actividad.

Al aplicar la gestión en proyectos esta se define como la disciplina que se encarga de organizar y de administrar los recursos de manera tal que se pueda concretar todo el trabajo requerido por un proyecto, dentro del tiempo y del presupuesto establecidos.

A continuación, se presentan la gestión de recursos; gestión de calidad, gestión de Salud y Seguridad ocupacional, ambiental y social, dado que el gerente es el responsable de velar por el cumplimiento de estas. Además, se incluye un enfoque en la selección del personal requerido durante la ejecución del proyecto de construcción. También, se abordan temas del control de cronograma, revisión de diseños y estimación presupuestaria.

Finalmente, se detalla el seguimiento del avance, tanto físico como financiero, factores que permiten alcanzar el desempeño y el cumplimiento de objetivos en un proyecto de construcción.

4.1 Gestión de recursos.

La Gestión de recursos de un proyecto son los procesos que se utilizan para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión exitosa del proyecto. Estos procesos ayudan a garantizar que los recursos estarán disponibles el proyecto en el momento y lugar oportunos.

Los procesos de Gestión de Recursos del Proyecto son:

1. **Planificación de gestión de recursos:** Es el proceso de definir cómo estimar, adquirir, gestionar y utilizar los recursos humanos, materiales, financieros, herramientas y equipo del proyecto.

El beneficio de este proceso es establecer el enfoque y el nivel del trabajo de gestión necesarios para gestionar los recursos en base al tipo y complejidad del proyecto. Este proceso se lleva a cabo una única vez o en puntos predefinidos del proyecto.

2. **Estimación de recursos:** Es el proceso de estimar los recursos humanos, materiales, financieros, herramientas del equipo, el tipo y las cantidades de materiales, equipamiento y suministros necesarios para ejecutar el proyecto.

El beneficio de este proceso es identificar el tipo, cantidad y características de los recursos necesarios para completar el proyecto.

3. **Adquisición de Recursos:** Es el proceso de obtener miembros del equipo, instalaciones, equipamiento, materiales, suministros y otros recursos necesarios para completar el trabajo del proyecto.

El beneficio de este proceso es describir y guiar la selección de recursos y asignarlos a sus respectivas actividades.

4. **Preparación del equipo:** Es el proceso de mejorar las competencias, la interacción entre los miembros del equipo¹⁹ y el ambiente general del equipo para lograr un mejor desempeño del proyecto.

El beneficio de este proceso es producir como resultado una mejora del trabajo en equipo, mejoras de las habilidades interpersonales y

¹⁹ Son todos los profesionales (gerente, residente, estructural, hidráulico, electricista, ambiental etc) y asistentes involucrados en el desarrollo del proyecto.

competencias, empleados motivados, reducción de la deserción y mejora el desempeño del proyecto en general.

5. **Gestión del equipo:** Es el proceso que consiste en hacer seguimiento del desempeño de los miembros del equipo²⁰, proporcionar retroalimentación, resolver problemas y supervisar cambios en el equipo a fin de optimizar el desempeño del proyecto.

El beneficio de este proceso es influir en el comportamiento del equipo, manejar los conflictos y resolver los problemas.

6. **Evaluación y control de los recursos:** Es el proceso de asegurar que los recursos asignados al proyecto están disponibles tal como se planificó, El beneficio de este proceso es asegurar que los recursos asignados estén disponibles para el proyecto en el momento y lugar adecuado y son liberados cuando ya no se necesitan.

Para asegurar una correcta gestión de los recursos en el proyecto, estos procesos deben llevarse a cabo a lo largo de todo el proyecto.

Para una mejor visualización de la gestión de recursos, se puede utilizar la estructura de desglose de recursos, como se observa en la Figura 22, la cual es una representación jerárquica de los recursos ordenados por categoría (mano de obra, materiales, equipos, suministros, etc.) y tipo (nivel de habilidad, formación, certificaciones requeridas u otra información relevante para el proyecto)

²⁰ Son todos los profesionales (gerente, residente, estructural, hidráulico, electricista, ambiental etc) y asistentes involucrados en el desarrollo del proyecto.

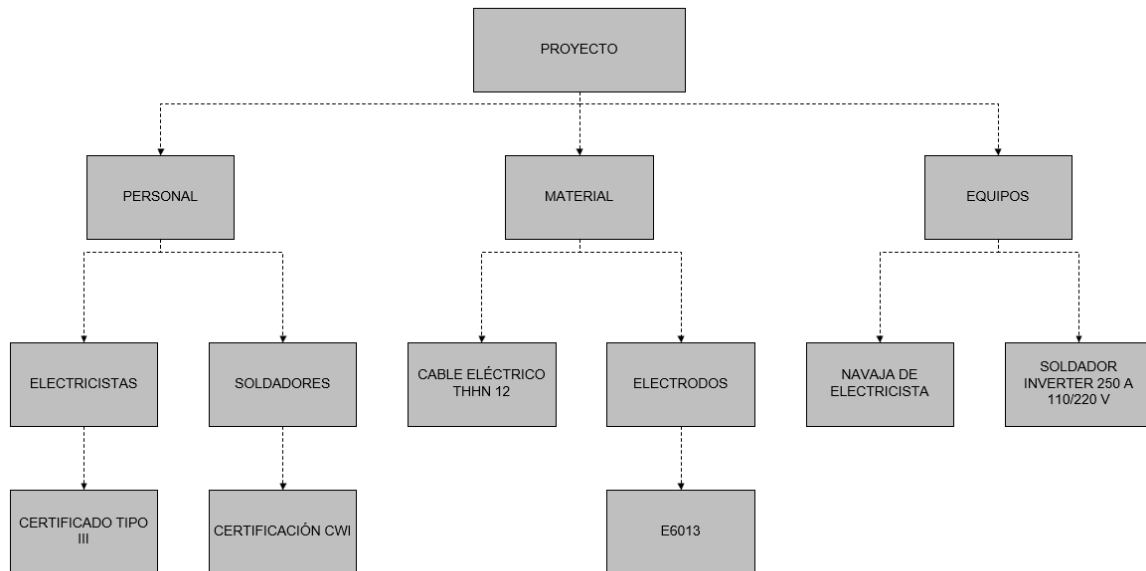


Figura 22 Estructura de desglose de recursos.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.1 Recursos financieros

Es el flujo de inversión y financiación del proyecto, se concentra en el presupuesto general, que contiene los costos y los gastos que se han planificado para el cumplimiento de las actividades del proyecto. De este depende la asignación de recursos humanos y materiales

Una gestión responsable de los recursos financieros ayuda a mantener el proyecto en marcha, anticiparse a los imprevistos y minimizar los riesgos asociados a un déficit financiero.

4.1.2 Recursos humanos

Los recursos humanos de un proyecto, también llamados mano de obra o recursos laborales. Es el personal involucrado en el proyecto, por ejemplo: gerente de

proyecto, equipos de trabajo, consultores, y cualquier otra persona que contribuya con su tiempo y habilidades.

4.1.3 Recursos materiales

Son los equipos, infraestructuras y herramientas necesarios para llevar a cabo las distintas tareas del proyecto. Una planificación meticulosa de estos recursos, teniendo en cuenta su disponibilidad, mantenimiento y posible renovación, es crucial para garantizar un flujo de trabajo fluido y permitir que el equipo se concentre en alcanzar los objetivos fijados.

Estos se pueden clasificar en:

- **Material gastable:** Es todo aquel material que se gasta con el uso o cuya duración es muy limitada en el tiempo, estos se deben reponer cada cierto tiempo. Por ejemplo: Papelería, tintas de impresiones, cemento, grava, hierro, madera, etc.
- **Material inventariable:** Es todo aquel material duradero, este se deteriora con el uso a largo plazo. Por ejemplo: computadoras, retroexcavadoras, concreteras, tenazas, alicates, pick – up, etc.
- **Infraestructura:** Son los espacios en los que se realizarán las actividades del proyecto. Por ejemplo, Oficinas administrativas, contenedores adaptados a oficina de campo, etc.

4.2 Gestión de calidad

El gerente de proyecto debe aprobar los procedimientos para el control de calidad durante la ejecución del proyecto. Siendo la calidad una garantía de que la

construcción del proyecto se está realizando de acuerdo con lo especificado contractualmente.

En El Salvador la calidad se rige por el siguiente marco legal:

- Decreto No. 790: Ley de Creación del Sistema Salvadoreño para la Calidad (LCSSC).
- El Consejo Nacional de Calidad (CNC) que fue creado para darle vida al Sistema Salvadoreño para la Calidad y está formado por el sector privado, público y profesional.

Para lograr la correcta ejecución de los procesos constructivos, debe llevarse un control de calidad²¹. El gerente del proyecto debe exigir la elaboración del Plan de Control de Calidad (PCC) el cual debe cubrir todas las actividades, antes, durante y fuera de la construcción y debe tener como mínimo los siguientes requerimientos²²:

- Organigrama del proyecto
- Personal
- Planificación
- Laboratorio de materiales
- Programas de trabajo
- Fases de control y deficiencias o no conformidades

²¹ Control de calidad: Conjunto de técnicas y procedimientos que sirve para orientar y supervisar las etapas de producción.

²² Requerimientos mínimos establecidos por la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de El Salvador (ASIA).

Para la gestión de calidad y cumplimiento del PCC, se utiliza la metodología administrativa de los procesos constructivos, llamada *metodología de las tres fases*. La metodología de las tres fases pretende lograr obras que satisfagan al propietario cumpliendo con los términos del contrato y normativas establecidas en las especificaciones técnicas, siendo estas el único documento que refieren las características y calidad de la obra terminada, así mismo la definición de parámetros de medida y forma de pago mediante los cuales se van a ejecutar la obra, por lo tanto, debe entenderse que no es un manual, sino el documento que contiene los fundamentos básicos de cómo realizar la obra.

Antes de ejecutar cualquiera de las obras, se debe revisar y estudiar cuidadosamente todos los planos y documentos que contienen el proyecto con el fin de verificar los detalles, dimensiones, cantidades y especificaciones de materiales, ya que, al momento de iniciar con la metodología de las tres fases, toda esta documentación servirá de respaldo para la elaboración de la fase preparatoria.

Fase Preparatoria: En esta fase se genera un documento como resultado final de una reunión en la cual se establecen los procesos constructivos, prevención de riesgos y documentación técnica (planos, fichas técnicas de materiales, apartados de las especificaciones técnicas donde menciona la actividad, muestras a requerir si aplica) de una actividad en específico a ejecutar. Esta reunión se realiza para cada actividad y deben asistir todo el personal involucrado desde el maestro de obra hasta representantes de supervisión. Ver Figura 23 y Figura 24. Este documento se saca en un original el cual queda al resguardo de la contratista y se le entrega una copia a supervisión.

Procedimiento para la elaboración de una preparatoria.

En la primera casilla se colocarán los logos de las entidades involucradas, es decir, del cliente, de la supervisión y del contratista.

En Código de partida: Se colocará el código del tipo de preparatoria que se realiza, este código es definido por el contratista para mayor control. Algunos ejemplos son:

- IC – Instalaciones de Obra Civil
- IH – Instalaciones Hidráulicas
- IE – Instalaciones Eléctricas

I. INSPECCIÓN DE FASE PREPARATORIA

Se coloca el nombre del contratista, la fecha según el programa de trabajo, la fecha real en la que se inicia la actividad y el número correlativo de preparatoria.

Se escribe el nombre completo del proyecto, el número o código del contrato del proyecto y su ubicación.

Seguidamente se define la ubicación de la actividad, esta sería el lugar en el proyecto donde se realizará la actividad, si es una actividad que se realizará en varios puntos del proyecto, deben colocarse todos los lugares donde se llevará a cabo la actividad, como, por ejemplo: FUNDACIONES.

- Actividad principal: Es describir la actividad a realizar, como, por ejemplo:
- armadura y colocación de concreto en fundaciones: zapatas, soleras de fundación, tensores y pedestales.

- Actividad secundaria: Es una actividad que complementa la actividad principal, como, por ejemplo:
- Desencofrado, curado y limpieza del sitio de trabajo.
- Requisitos del producto: Son los requisitos que debe cumplir el producto según especificaciones técnicas, como, por ejemplo, norma ASTM A-706 para acero de refuerzo, concreto de resistencia 280kg/cm².
- Código/Partida: Se coloca el código y el número de partida, de todas las partidas según plan de oferta incluyan la actividad descrita.

II. PERSONAL ASISTENTE

Se enumeran y se escriben los nombres, cargo, título, empresa y firma de todos los involucrados en la actividad.

III. MATERIALES Y EQUIPO

En este apartado se realiza un listado de los materiales a utilizar, si se encuentra aprobado por el control de calidad, si se encuentra disponible en obra. De la misma manera se realiza un listado de la maquinaria y herramientas a utilizar para la actividad, debe llevar a revisión y aprobación por parte del control de calidad y seguridad ocupacional y asegurar su disponibilidad en obra.

IV. METODOLOGÍA

En este apartado se describe a metodología a utilizar en la elaboración de la actividad.

V. REVISIÓN DE PLANOS

En este apartado se coloca el nombre del plano original de diseño, el nombre de los planos taller basado en el plano de diseño, en el estatus se coloca si se revisaron y se aprobaron, se describen las modificaciones en planos en caso de que lo hubiere y las ordenes de cambio a la que pertenecen los planos, en caso de que hubiere.

VI. ALMACENAJE DE MATERIALES

En este apartado se especifica el almacenamiento de los materiales, el estatus si está bien almacenado, y las acciones a seguir para tener un buen almacenamiento.

VI. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

En este apartado se escriben las especificaciones técnicas referentes a la actividad a realizar, en la celda de referencia se coloca el numero de la partida y en la celda de datos de la especificación, se colocan los datos que debe cumplir la actividad a realizar.

VIII. REQUISITOS ACEPTACIÓN DE PRODUCTO, TOLERANCIAS

En este apartado se determinan las tolerancias permitidas de los productos terminados establecidos en las especificaciones técnicas y normas.

IX. REQUISITOS LEGALES Y REGLAMENTARIOS.

En este apartado se describen requisitos legales, reglamentos, normas o directrices que hayan sido establecidos en las especificaciones técnicas o el contrato.

X. REGULACIONES NO ESTABLECIDAS PERO NECESARIAS

En este apartado se anotan regulaciones que no se establecieron pero que son necesarias para la ejecución de la actividad.

XI. PRUEBAS DE LABORATORIO

En este apartado se describen las pruebas de laboratorio o pruebas en campo a realizar, referente a la actividad a ejecutar, como, por ejemplo, densidades, elaboración de cilindros de concreto y ensayos a compresión o pruebas de estanqueidad.

XII. SEGURIDAD INDUSTRIAL

En este apartado se deben describir los lineamientos a cumplir en el área de seguridad, desde portar correctamente el equipo de protección personal hasta el buen uso de aditivos, maquinaria y herramientas para la actividad a ejecutar.

XIII. MEDIO AMBIENTE

En este apartado se describen los procedimientos a seguir referente a los desechos producidos por la actividad a ejecutar, como se almacenarán y tratarán, de la misma forma exhortar a los participantes de la actividad a velar por la protección del medio ambiente.

XIV. PROGRAMACIÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL

En este apartado se registran los puntos críticos de control, durante la ejecución de la actividad, como por ejemplo la cantidad de muestreo a realizar en un colado de losa., cada cuanto camión mezcladores se realizará el muestreo, la hora, fecha,

ubicación del colado referenciado con ejes y nombre de plano, etc. Estos puntos de control variarán dependiendo de la actividad a realizar.

XV. CALIBRACIÓN DE EQUIPOS

En este apartado se describe el equipo, la fecha en que se calibró y la duración de la vigencia de la calibración, dando fe que es apto utilizarlo para la actividad. Debe anexarse su ficha técnica y su ficha de calibración.

XVI. ANÁLISIS DE RIESGOS

En este apartado se describen los riesgos a los que los trabajadores se encuentran expuestos en la actividad a realizar, es necesario recordar el buen uso del equipo de protección personal, herramientas y maquinarias.

XVII. COMENTARIO DE LA SUPERVISIÓN

Este apartado es exclusivo para la supervisión, en donde puede escribir alguna observación acerca de los procedimientos, productos o herramientas a utilizar.

XVIII. RETROALIMENTACIÓN DEL PUNTO “IV METODOLOGÍA”

En este apartado se realiza una ampliación al procedimiento a realizar en el apartado IV. METODOLOGIA, en caso se haya ampliado la actividad a ejecutar o que los materiales a utilizar hayan cambiado al proceso inicialmente descrito. Este apartado puede agregarse también como anexo, en caso el espacio para la descripción sea insuficiente.

XIX. ESQUEMAS DE TALLER

En este apartado se abarca como esquemas de taller lo siguiente:

- Planos taller firmados y sellados por el contratista y la supervisión.
- Especificaciones técnicas de la actividad
- Fichas técnicas de los productos, maquinaria, herramientas a utilizar.

Puede ir una lista de los nombres de los planos, productos a utilizar y las fichas técnicas, especificaciones técnicas y los planos taller respectivamente firmados y sellados, como un anexo de la preparatoria.

XX. FIRMAS Y SELLOS.

En este apartado se colocan las firmas y sellos de la empresa de todos los involucrados, cerrando de esta manera la preparatoria.

Fase Inicial: Luego de generada el documento de preparatoria, se genera el documento de fase inicial, este se realiza el día del inicio de la actividad, se convoca a una reunión previa con los responsables y se verifica que todo el material, equipo, herramientas y mano de obra esté listo para la ejecución de la actividad. Ver Figura 25. Este documento se saca en un original el cual queda al resguardo de la contratista y se le entrega una copia a supervisión.

Fase de seguimiento: Como su nombre lo indica, luego de iniciar la actividad, se realiza un informe de seguimiento diario, en este se anotan todas las actividades realizadas en el día de esta forma se lleva un mejor control. Ver Figura 26 y Figura 27. Este documento se saca en un original el cual queda al resguardo de la contratista y se le entrega una copia a supervisión.

En esta fase se pretende informar, además del seguimiento, las deficiencias o no conformidades de las actividades. Si las deficiencias son considerables o no cumplen con lo requerido, se realiza un reporte en el cual se describe cómo y dónde se encontraron las deficiencias, para posteriormente realizar el reporte de subsanación de dicha deficiencia, registrando el estatus de las deficiencias de las actividades en el informe de seguimiento.

Con estas tres fases se mantiene un registro de la verificación de la calidad en campo establecida en la preparatoria. Todos estos registros sirven como respaldo para el cobro de estimaciones, ya que es indispensable el aval del departamento de control de calidad que garantiza el cumplimiento de lo establecido en las preparatorias.

FORMATO INSPECCIÓN INICIAL				
Proyecto: Supervisor: Contratista:				
Actividad:		Código:		Fecha:
N	Asistentes	Cargo	Empresa	Firma:
1				
2				
3				
4				
I. REVISIÓN DE MATERIALES:				
¿TODOS los materiales que se están usando son los aprobados? SI: NO:				
Observaciones Para esta actividad se requiere de los siguientes materiales:				
• EQUIPO				
•				
II. REVISIÓN PROCESOS DE EJECUCIÓN:				
A: ¿Los procesos de ejecución son los aprobados y cumplen con las especificaciones y resultados?				
•				
III. REVISIÓN DE CALIDAD DE LA OBRA:				
IV. REVISIÓN DE MEDIDAS Y EQUIPOS DE SEGURIDAD OCUPACIONAL				
F: _____ Control de Calidad		F: _____ Residente Contratista		F: _____ Aseguramiento de Calidad

Figura 25. Formato de Inspección Inicial

Fuente: Elaboración propia

REPORTE DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD DEL CONTRATISTA	
1.Fecha:	2.Reporte No.:
3.Proyecto:	4.No. De contrato:
5.Constructor:	6.Supervisor:
7.Clase de clima: A__ B__ C__ D__ E__ F__	Día – Precipitación Lunes – 0.00mm
TRABAJO REALIZADO HOY:	
7.Clase de clima: A__ B__ C__ D__ E__ F__	Día – Precipitación Martes– 0.00mm
TRABAJO REALIZADO HOY:	
7.Clase de clima: A__ B__ C__ D__ E__ F__	Día – Precipitación Miércoles – 0.00mm
TRABAJO REALIZADO HOY:	
7.Clase de clima: A_X B__ C__ D__ E__ F__	Día – Precipitación Jueves – 0.00mm
TRABAJO REALIZADO HOY:	
7.Clase de clima: A_X B__ C__ D__ E__ F__	Día – Precipitación Viernes – 0.00mm
TRABAJO REALIZADO HOY:	
7. Clase de clima: A_X B__ C__ D__ E__ F__	Día – Precipitación Sábado – 0.00mm
TRABAJO REALIZADO HOY:	
7.Clase de clima: A__ B__ C__ D__ E__ F__	Día – Precipitación Domingo – 0.00mm
TRABAJO REALIZADO HOY:	

Figura 26. Hoja 1 de formato de inspección de seguimiento.

Fuente: Elaboración propia

8. CLASE DE INSPECCIÓN Preparatoria ___ Inicial ___ De seguimiento <u> X </u>
9. RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN:
10. ENSAYOS REQUERIDOS POR EL PLAN DE CONTROL DE CALIDAD, ENSAYOS EJECUTADOS Y RESULTADOS OBTENIDOS:
11. INSTRUCCIONES VERBALES RECIBIDAS:
12. COMENTARIOS:
13. SEGURIDAD E HIGIENE:
14. CERTIFICACIÓN DEL CONTRATISTA: Certifico que el presente reporte es completo y correcto, y que los materiales y mano de obra suministrados, así como el trabajo realizado, y los ensayos de materiales llevados a cabo durante el período cubierto por este reporte, están en estricta conformidad con los planos y especificaciones, excepto por las porciones descritas en los numerales anteriores de este reporte. F. _____ F. _____ Control de Calidad Aseguramiento de Calidad

NOTA 1: Llene cada numeral del formato, utilizando hojas adicionales, si se requiere de más espacio.

NOTA 2: CLASES DE CLIMA:

Clase A: No hubo interrupciones debido al clima de hoy.

Clase B: Las labores fueron interrumpidas en su totalidad debido a los efectos del clima de hoy

Clase C: Las labores fueron interrumpidas parcialmente debido a los efectos del clima de hoy

Clase D: Las labores fueron interrumpidas en su totalidad debido a los efectos del clima de la jornada anterior

Clase E: Las labores fueron interrumpidas parcialmente debido a los efectos del clima de la jornada anterior

Clase F: Otro (describa).

Figura 27. Hoja 2 de formato de inspección de seguimiento.

Fuente: Elaboración propia

4.3 Gestión de Salud y Seguridad Ocupacional, Ambiental y Social.

En todo proyecto, el gerente del proyecto debe encontrarse sabedor de las actividades que realizan los encargados de cada una de estas áreas, asimismo, debe recibir un reporte con las actividades ejecutadas en el mes de cada gestión, las cuales se muestran a continuación:

4.3.1 Salud y Seguridad Ocupacional

El profesional encargado de Salud y Seguridad ocupacional debe asegurarse de realizar reuniones semanales de seguridad con todos los inspectores, reportar accidentes y mantener las condiciones de seguridad en cada una de las actividades que se realizan.

En El Salvador la Salud y Seguridad ocupacional en los proyectos de construcción se rige por el siguiente marco legal:

- Constitución de la República
- Código de trabajo
- Reglamento general de higiene y seguridad en los centros de trabajo
- Ley de prevención de riesgos ocupacionales – Decreto 254.

Al igual que en el control de calidad, se debe presentar un plan de Salud y Seguridad ocupacional el cual debe contener todas las descripciones de:

- Las actividades por realizar, por ejemplo:
 - Señalización
 - Delimitación de zonas de trabajo
 - Charlas de seguridad

- Campañas de salud
- Planificación
- Presupuesto
- Servicios, como:
 - Revisión de salud,
 - Colocación de inyecciones
 - Entrega de medicamento y
 - Entrega de equipo de protección personal (EPP)
- Suministros, como:
 - Equipo de protección personal (EPP)
 - Medicinas
 - Equipo de primeros auxilios,
- Medios auxiliares, como:
 - Andamios
 - Eslingas
 - Camilla
 - Línea de vida
 - Entre otros.



Figura 28. Andamio



Figura 29. Eslinga.



Figura 30. Camilla de primeros auxilios.



Figura 31. Línea de vida.

También identificar y analizar los riesgos laborales por obra que se va a ejecutar y el manejo de estos y presentar formatos para llevar un debido control de inspecciones como:

- Inspección de Equipo de Protección Personal (EPP)
- Inspección de extintores
- Inspección de maquinaria
- Inspección de almacenamiento de productos químicos y sustancias peligrosas.

Así mismo deben llevar un registro de:

- Accidentes
- Control de asistencia de charlas impartidas
- Bitácora de botiquín
- Registro fotográfico
- Amonestaciones al personal.

Toda esta documentación servirá como respaldo para el cobro de estimaciones dado en un informe mensual.

Solicitud de documentación

Empresa		Actividad	
Persona de contacto		Cargo	
Dirección			
Tel.	Fax	E-mail	

Con el objeto de adoptar las medidas necesarias para la protección de la seguridad y salud de los trabajadores, por la presente solicitamos la siguiente documentación, que debe ser facilitada cuanto antes, y a más tardar junto a la entrega del material:

PRODUCTO QUÍMICO	FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD	ENVASES DE TAMAÑO	ETIQUETADO ADICIONAL

Por favor, firme la copia de este documento como acuse de recibo y devuélvalo, junto a la documentación solicitada, en un plazo máximo de _____ días, a través del e-mail _____; por fax al número _____; o por correo a la dirección _____.

Empresa suministradora:	Persona de contacto:	Cargo:
Fecha recepción:	Firma:	Fecha:

Inventario de productos químicos

Responsable		Fecha de actualización												
Producto químico	Fase del proceso	FDS	Peligros						Medios necesarios			Trasvase		
			Explosivo	Fácilmente inflamable	Combustible	Nocivo	Tóxico	Corrosivo	EPI	Emergencia	Primeros auxilios		Vertidos / Medio ambiente	

Figura 35 Inspección de almacenamiento de productos químicos y sustancias peligrosas

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10: Registro de amonestaciones

No.	Personal	Cargo	Amonestación
TOTAL, DE PERSONAS AMONESTADAS			

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2 Gestión ambiental

El especialista ambiental se encarga de presentar el Plan de Manejo Ambiental (PMA) en donde se describen las gestiones de los diferentes residuos generados en los procesos de construcción, de la misma manera, el especialista ambiental asesora cualquier inspección de obras en curso y de permisos en caso se requiera. Algunos de los protocolos en los cuales se encuentran bajo su alcance de trabajo son:

- Uso del agua
- Programa de humectación
- Programa de revegetación
- Almacenamiento de sustancias peligrosas
- Protección de flora y fauna.



Figura 36. Humectación en proyecto con pipa.

Fuente: Pipas Morelos

4.3.3 Gestión Social

En la gestión social se debe entregar un Plan de Manejo de Social (PMS) es un conjunto de estrategias y protocolos que se implementan para minimizar los impactos sociales que pueden generar las obras de construcción.

El PMS busca:

- Prevenir, mitigar, compensar y manejar los impactos en la población.
- Promover la participación de la comunidad en la ejecución de los proyectos.
- Sensibilizar a los trabajadores involucrados en la ejecución de las obras.
- Dar respuesta a las inquietudes de la comunidad
- Brindar capacitación a la comunidad y a los trabajadores

Algunos de los protocolos del PMS son:

- Contratación de personal local.

- Relaciones con las comunidades aledañas.
- Afectaciones a la comunidad.
- Prevención de acoso y abuso sexual.
- Entre otros.

4.4 Gestión de personal

4.4.1 Reclutamiento y selección de personal

El personal de construcción es el conjunto de profesionales, técnicos y mano de obra calificada que intervienen en el proceso de ejecución de una obra, desde su inicio hasta su finalización. Cada uno de ellos tiene funciones y responsabilidades específicas que deben cumplir para garantizar la calidad, seguridad y eficiencia del proyecto. Entre estos se encuentran:

Gerente

Este profesional es el máximo responsable de lo que sucede en el proyecto, tanto a nivel técnico como económico y administrativo. Sus funciones principales son la coordinación y el control de procesos dentro de la misma, así como la gestión de los recursos humanos y materiales. El gerente debe:

- Planificar, organizar y supervisar el desarrollo de la obra, siguiendo el diseño y presupuesto establecidos.
- Dirigir y motivar al equipo de trabajo, asignando tareas, turnos y responsabilidades, resolviendo posibles conflictos o incidencias.

- Controlar la calidad, el plazo y el coste de la obra, aplicando los criterios de eficacia y eficiencia, realizando los ajustes o modificaciones necesarios.
- Velar por el cumplimiento de la normativa vigente en materia de seguridad, salud, medio ambiente y social, para garantizar las condiciones óptimas de trabajo para el personal de obra.
- Comunicarse y negociar con los proveedores, subcontratistas, clientes y otros agentes implicados en el proyecto, manteniendo una relación fluida y profesional.
- Elaborar y presentar los informes y documentación requerida para el proyecto, tanto interna como externamente.

Residente

Este profesional es el responsable de la ejecución material de la obra, y el encargado de coordinar y supervisar el trabajo de los distintos subcontratos que intervienen en la misma. Sus funciones principales son la colaboración con el Gerente, el control del rendimiento y la productividad de la obra. El residente debe:

- Establecer y controlar el cronograma de la obra, definiendo las fases, los plazos y los recursos necesarios para cada una de ellas.
- Controlar el consumo y el gasto de los materiales, herramientas y equipos utilizados en la obra y optimizar su rendimiento.
- Conocer y transmitir los alcances y el presupuesto de la obra a los subcontratos, así como las instrucciones, normas y procedimientos a seguir.

- Distribuir y controlar el trabajo de los subcontratos, verificando la calidad y la cantidad de las tareas realizadas, y corrigiendo los posibles errores o desviaciones.
- Gestionar el aprovisionamiento y el almacenamiento de los materiales, herramientas y equipos necesarios para la obra, y comprobar su correcto uso y mantenimiento.
- Cumplir y hacer cumplir las medidas de seguridad, salud, medio ambiente y social, reportando cualquier incidencia o accidente al gerente.
- Informar al gerente del avance, los problemas y las soluciones de la obra.

Encargado del Control de Calidad

Este profesional es aquel que supervisa que los materiales y procedimientos cumplan con las normas de calidad establecidas en el diseño. Sus funciones principales son realizar el plan de control de calidad, preparatorias para la ejecución de las distintas actividades de la obra y elaborar informes. El encargado de control de calidad debe:

- Comprobar y examinar muestras de los materiales regularmente.
- Realizar los ensayos respectivos a los materiales utilizados en la obra (concreto, acero, bloque, adoquines, grava, suelo, arena, etc.)
- Supervisar la implementación del plan de control de calidad y preparatorias.
- Registrar las actividades del proyecto y analizar todos los procesos para garantizar que todo el trabajo cumpla con los requisitos de calidad.
- Verificar las condiciones de almacenamiento de los materiales.

Personal Administrativo

Son los encargados de tener toda la documentación que requiere la obra, tanto a nivel legal como técnico y económico, incluye de igual forma al personal que mantiene el orden y seguridad en las oficinas dentro y fuera del proyecto. Dentro de este departamento está el responsable de seguridad y salud ocupacional de la obra, medio ambiente, social, dibujantes, responsable de compras y estimaciones, secretarias, contadores, administradores, ordenanzas, motoristas, vigilantes y recursos humanos. El departamento administrativo debe:

- Gestionar y tramitar los permisos, licencias, contratos y seguros necesarios para la ejecución de la obra, y cumplir con las obligaciones fiscales y laborales derivadas de la misma.
- Elaborar y actualizar el presupuesto de la obra, controlando los ingresos y los gastos, y realizando las facturas, los pagos y los cobros correspondientes.
- Implementar y supervisar los sistemas de seguridad, salud, medio ambiente y social de la obra, y realizar las auditorías, las inspecciones y los controles pertinentes.
- Elaborar y presentar los informes, y documentación requerida para la obra, tanto interna como externamente.

Especialistas

Son los profesionales que se ocupan de aspectos específicos del proyecto, el requerimiento y cantidad de estos varía dependiendo el tipo de proyecto. Entre los especialistas más solicitados se encuentran:

- Estructurista: Verifica la correcta ejecución de los elementos estructurales para garantizar que se cumplan las especificaciones de diseño, con el objetivo de proporcionar una estructura segura, estable y eficiente
- Hidráulico: Verifica la instalación de tuberías, sistemas de almacenamiento y dispositivos de control de flujo, asegurándose de que los sistemas sean seguros, funcionales y cumplan los requerimientos bajo los cuales fueron diseñados.
- Electricista: Verifica la correcta instalación de los componentes eléctricos y realiza pruebas de funcionamiento para garantizar que cumplan con las especificaciones y normativas.

Subcontratistas

Son empresas o profesionales calificados contratados para realizar tareas o servicios específicos dentro del proyecto de construcción para satisfacer las necesidades del propietario. Estos deben de:

- Proporcionar planos taller para sus trabajos
- Instalar todos los elementos solicitados del proyecto.
- Gestionar la distribución de su personal para el cumplimiento de la actividad asignada.
- Garantizar la seguridad de sus trabajadores.
- Cumplir con las normativas para procesos de instalación y de materiales dadas en el diseño del proyecto.

El requerimiento y cantidad de los subcontratistas varía dependiendo el tipo de proyecto. Entre los subcontratos más comunes se encuentran:

- Terracería
- Fontanería
- Enchapado
- Mecánica
- Eléctrica
- Soldadura
- Pintura

4.5 Gestión Técnica del Proyecto

4.5.1 Control de cronograma del proyecto

Es un deber del gerente de proyecto llevar el control del cronograma de proyecto, el cual se lleva a cabo obteniendo la siguiente información por parte de los colaboradores:

- Datos de desempeño del trabajo
 - Duración real de la actividad.
- Cantidad de avance de las actividades
 - Porcentaje físicamente completado
- Respaldos de los avances de las actividades
 - Registro de las mediciones hechas en campo
 - Planos con la señalización de avance en campo.

El control del cronograma del proyecto funciona para:

- Determinar el estado actual del cronograma del proyecto (adelantado o atrasado)
- Influir en los factores que generan cambios en el cronograma
- Determinar si el cronograma del proyecto ha cambiado
- Gestionar los cambios reales conforme suceden.

Deben realizarse revisiones del estado y paso a paso para asegura que los informes del contratista sean precisos y completos.

4.5.2 Revisión del diseño

La revisión del diseño es parte fundamental en el desarrollo de un proyecto, Este proceso permite determinar si existe algún tipo de deficiencia o limitación en el diseño y así proporcionar confiabilidad y seguridad al momento de ejecutarlo.

Esta revisión se debe efectuar durante el proceso y finalización del diseño para:

- Asegurarse de que se cumplan los objetivos del diseño.
- Asegurarse de que los productos resultantes satisfacen los requisitos del propietario.
- Realizar las correcciones necesarias con anticipación.
- Determinar el cumplimiento de normas nacionales e internacionales en las diferentes especialidades.

Estas actividades descritas deben llevarse en un registro de notas de remisión²³ entre contratista-supervisión-propietario, el cual se le conoce como cruce de notas²⁴.

La Figura 37; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra el proceso de revisión del diseño basado en la norma internacional ISO 9001:2015 ‘Sistemas de Gestión de Calidad – Requisitos’.

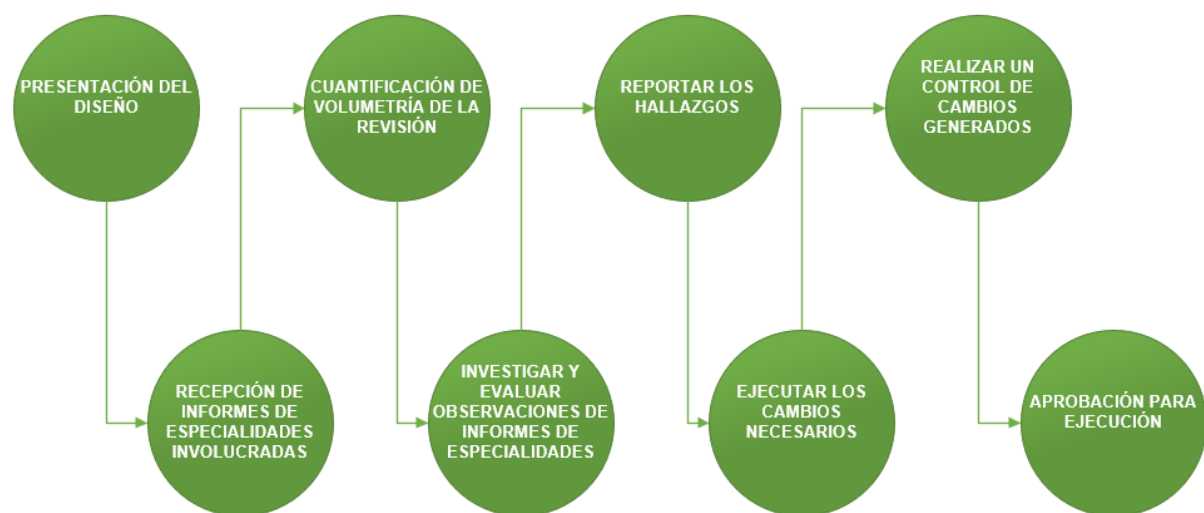


Figura 37. Proceso de revisión de diseños

Fuente: Elaboración propia

4.6 Gestión Financiera del Proyecto

En la gestión financiera de los proyectos de construcción de obras civiles, el presupuesto y las estimaciones son fundamentales, puesto que son herramientas que permiten planificar y controlar los recursos financieros necesarios para

²³ Nota de remisión: Es un documento que sirve como respaldo de la entrega de información.

²⁴ Se denomina cruce de notas a la actividad de entregar y recibir notas de remisión.

garantizar el éxito del proyecto, el cual se verá reflejado en el cumplimiento de los objetivos de ejecución y los costos pactados desde un inicio. Para comprender su relevancia, es importante distinguir entre estos dos términos y cómo se utilizan en la gestión de proyectos de construcción.

4.6.1 Presupuesto

El presupuesto se define como el cálculo detallado de los recursos financieros necesarios para cada una de las actividades que conlleva la ejecución de un proyecto previo a la construcción. Incluye tanto costos directos (como materiales y mano de obra) como los indirectos (como alquiler, costos administrativos, etc.). Por lo tanto, este definirá cuál es el valor límite que se permitirá gastar por actividad.

4.6.1.1 Procedimiento básico para la elaboración de presupuesto.

Un presupuesto en construcción se calcula siguiendo un proceso estructurado, basado en la información obtenida de las actividades englobadas en un proyecto y sus costos asociados. A continuación, se presenta un proceso básico para elaboración de presupuesto:

1. Definir las partidas o actividades del proyecto

Dividir el proyecto en partidas específicas, como partida de cimentaciones, estructura de concreto, estructura metálica, acabados, etc.

2. Medición de las cantidades de obra

Realizar un metrado detallado de cada actividad, utilizando los planos y especificaciones técnicas para calcular áreas, volúmenes, longitudes o piezas necesarias a utilizar en cada partida del presupuesto. A esto, se le deberán de agregar valores de desperdicios, o de abundamiento.

3. Obtención de precios unitarios

Se calcula el costo por unidad de elemento a construir, donde se incluyen los materiales, mano de obra, herramientas, equipos y maquinarias necesarias.

Se mide en unidades como metros, metros cuadrados o metros cúbicos y permite calcular los costos de manera eficiente.

4. Totalización de precios unitarios por cantidades de obra.

Para cada partida se determinarán los precios unitarios de: materiales, mano de obra, herramientas, maquinaria y costos indirectos. Posteriormente, estos se multiplicarán por las cantidades de obra determinadas para cada actividad. Por ejemplo: si se requieren $10m^3$ para una actividad determinada, y se ha calculado un costo unitario del concreto igual a $\$80/m^3$, por lo tanto:

$$\$80/m^3 \times 10 m^3 = \$800.$$

5. Totalizar el costo por partida.

Se determinan el costo por cada una de las partidas y se calcula el costo total, donde se incluyen costos indirectos, para conformar un presupuesto total

4.6.2 Estimación

La estimación de obra es un proceso que permite gestionar correctamente un proyecto de construcción de obras civiles, dado que permite calcular los recursos que se asignarán por cada obra realizada en un plazo determinado. A continuación, se describe un procedimiento básico para realizar este proceso.

1. Revisión de la documentación del proyecto.

La revisión de la documentación del proyecto consiste en un análisis exhaustivo de los planos de diseño, especificaciones técnicas, términos

contractuales y cronogramas de ejecución. Este proceso permite verificar que la información documental sea coherente con las condiciones reales de la obra y que los documentos proporcionen suficiente detalle para garantizar una correcta planificación y control financiero. La revisión también incluye la identificación de posibles inconsistencias entre los documentos y la obra ejecutada, así como la verificación de que los materiales y procesos constructivos cumplen con las normativas aplicables; además, se revisan los documentos contractuales considerando las unidades de pago de las actividades realizadas para llevarlas a cabo.

2. Validación de cantidades de obra.

La validación de cantidades de obra se basa en un levantamiento físico en campo para comparar los volúmenes de trabajo ejecutados con los registros documentales. Este proceso implica la medición directa de las actividades terminadas o en ejecución, mediante herramientas y software de computadores para poder documentarlo a través de reportes detallados con evidencia fotográfica y planos actualizados. Esta metodología permite asegurar que los costos reflejados en las estimaciones sean acordes a la realidad de la obra y que no existan discrepancias que puedan afectar la gestión financiera del proyecto. Estas cantidades de obra deben estar aprobadas por el departamento de control de calidad en cuanto a requerimientos contractuales, para cuantificarse a cobro por medio de los informes avalados por la supervisión.

3. Cálculo de costos unitarios y globales.

Acorde a las cantidades de obra ejecutada, se factora por los costos unitarios aprobados en el plan de oferta aprobado en la licitación; donde se consideran los materiales (precios unitarios, desperdicio, etc.), mano de obra, equipos y herramientas.

Posteriormente se colocan los estimados de períodos anteriores, estimados actuales y estimados acumulados para calcular el valor pendiente a pagar en la estimación determinada en el período de tiempo que se esté calculando.

El cálculo de los costos unitarios reales le sirve a la contratista para llevar un registro histórico de los montos por actividad, para que en futuros proyectos se tengan costos índices por actividad.

4. Totalización de la estimación

Las cantidades de obra se multiplican por los costos unitarios, asegurando que no existan errores. Además, se revisa para validar los resultados y que estos sean precisos y acordes a la obra ejecutada.

5. Presentación de la estimación

Se elabora un documento detallado donde se presentan las obras ejecutadas, el desglose de actividades, las cantidades de obra verificadas y los costos unitarios y totales. Es importante llevar el registro de cada una de las modificaciones y correcciones que se realicen al documento de las estimaciones para llegar a la aprobación y proceder a la facturación.

Al presentar las estimaciones, estas deben ser entregadas con una nota de remisión, la cual debe llevar una lista con todos los documentos que se entregan en la estimación.

En la siguiente figura se presenta de manera esquemática el procedimiento para la realización de estimaciones previamente presentado.

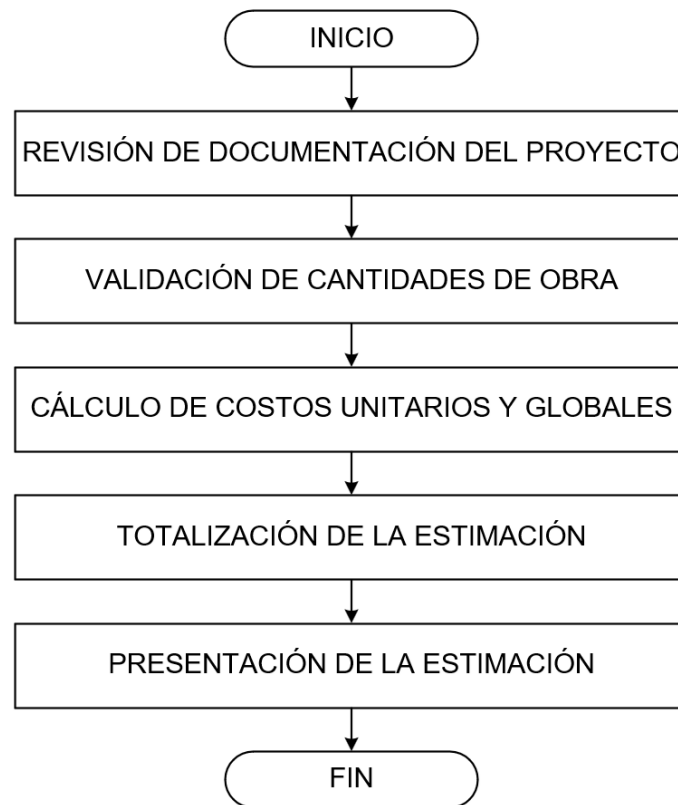


Figura 38. Procedimiento para realización de estimaciones.

Fuente: Elaboración propia.

En conjunto con el presupuesto, la estimación permite establecer el precio exacto de las actividades tras ser ejecutadas, que actúa como una hoja de ruta financiera durante la puesta en marcha del proyecto. Ambos son esenciales para asegurar una planificación adecuada y un control efectivo del avance de la obra.

Sin embargo, durante la ejecución del proyecto surgen situaciones imprevistas o necesidades adicionales que surgen por las condiciones de campo. Debido a esta situación surgen la denominadas Órdenes de Cambio.

4.6.3 Orden de cambio

Las órdenes de cambio son modificaciones aprobadas, al alcance y plan de oferta original del proyecto, que pueden llegar a afectar significativamente los plazos, los costos, o ambos al mismo tiempo. Estas modificaciones suelen ser inevitables en proyectos de alta complejidad debido a distintos factores como condiciones no previstas en la planificación inicial dadas las condiciones de campo al momento de la ejecución, ajustes de diseño o cambios solicitados por los interesados del proyecto.

La gestión de las órdenes de cambio debe ser rigurosa para garantizar que el presupuesto se mantenga controlado y que cualquier impacto sea documentado de manera clara y precisa. Esto incluye:

1. Documentación clara de la orden de cambio solicitado

Aquí se describirán los motivos de la orden de cambio, el alcance y los efectos esperados.

2. Evaluación del impacto

Se realizará un análisis financiero de costos y se presentará en el cronograma las actividades requeridas en la orden de cambio.

3. Aprobación formal.

Describe el procedimiento en el cual las partes interesadas autorizan la orden de cambio antes de implementarlo

4.6.3.1 Procedimiento básico para realizar una orden de cambio

A continuación, se describe el proceso básico para realizar una orden de cambio.

1. Solicitud de la orden de cambio.

- Revisión del contrato: Se revisa el contrato para determinar si está estipulado en alguna de sus cláusulas si es terminantemente prohibido llevar a cabo órdenes de cambio. En caso de que no se permita contractualmente, se deberá buscar alternativas legales o contractuales para abordar las modificaciones requeridas.
- Inicio del proceso: En dado caso se encuentran permitidas las órdenes de cambio, se identifica la necesidad de realizar un cambio en la obra (aumento, disminución o modificación del contrato).
- Autorización con el propietario: El contratista solicita al propietario la autorización preliminar para proceder con el análisis de la orden de cambio.
- Justificación técnica: Se presenta la justificación de la orden de cambio, el cual puede incluir razones debido a imprevistos, solicitudes del cliente o propietario. Las justificaciones de las órdenes de cambio son para cada ítem de cobro (plan de oferta), detallando la justificación debidamente.

2. Revisión del presupuesto modificado.

- Preparación del presupuesto: Se elabora un presupuesto detallado de las nuevas actividades o modificaciones, donde se deben incluir lo siguiente:
 - Cantidades originales: Se presentan las cantidades originales acordadas inicialmente en el contrato.
 - Incrementos o decrementos: Los ajustes necesarios a las cantidades de las partidas afectadas.
 - Cantidades modificadas: El resultado final después de aplicar los cambios pertinentes.
- Cotizaciones y fichas técnicas: Se presentan las cotizaciones de los materiales requeridos para la modificación y las fichas técnicas que respalden la información de la orden de cambio.
- Revisión interna: El propietario, junto con el supervisor, revisan el presupuesto modificado para evaluar el impacto financiero de la orden de cambio.
- Especificaciones técnicas: Se presentan especificaciones técnicas por cada una de las órdenes de cambio realizadas, puesto que son ítems que primeramente no estaban contratados, por lo que las especificaciones técnicas de las órdenes de cambio serán independientes de aquellos elementos que fueron pactados inicialmente; con el fin que sirvan como respaldo a los procesos, métodos y materiales a emplear la orden de cambio respectiva.

3. Aprobación de la orden de cambio

- Validación formal: El propietario evalúa y aprueba el presupuesto revisado. Si el impacto resultase ser mínimo o necesario, se autoriza proceder con la orden de cambio.
- Documentos de soporte: Se incluyen los planos actualizados, especificaciones técnicas y demás documentos técnicos que respalden la orden de cambio.
- Alternativas ante contratos restrictivos: En el caso que el contrato no permita realizar órdenes de cambio, se analiza la viabilidad de una renegociación del contrato, o de licitar las modificaciones como un proyecto independiente.

4. Emisión de la orden de cambio

Se emite el documento que formaliza los cambios en el contrato original, este documento incluirá:

- Desglose de cantidades de obra y partidas modificadas.
- Impacto financiero detallado, especificando el incremento o decremento según sea el caso.
- Justificación técnica y respaldo documental (planos y especificaciones técnicas).

5. Ejecución y seguimiento.

- Implementación de la orden de cambio: El contratista procede con la ejecución de las modificaciones autorizadas.
- Registro y control: El supervisor verifica que las modificaciones se ejecuten conforme a lo aprobado en la orden de cambio.

- Actualización de documentos del proyecto: Se actualizan los documentos técnicos para reflejar los cambios realizados (cronogramas, bitácoras, etc.).

4.6.3.2 Consideraciones para ordenes de cambio

Según el Artículo 47 de la Ley de Contrataciones Públicas (LCP), en los contratos de obra pública, cualquier modificación que supere el 20% del monto original del contrato debe ser autorizada por la Dirección Nacional de Compras (DINAC). En caso de que varias órdenes de cambio acumuladas excedan este porcentaje, será necesario evaluar si se requiere un proceso de licitación adicional o una renegociación contractual, conforme a lo estipulado en la normativa vigente y en el contrato del proyecto.

4.6.4 Seguimiento del avance físico – financiero

Para garantizar una transición efectiva entre la planificación financiera y el progreso del proyecto, el seguimiento del avance toma como base las actividades y ajustes previamente definidos en el presupuesto, estimaciones y órdenes de cambio. Este vínculo asegura que cualquier desviación identificada se aborde oportunamente, reflejando su impacto en el tiempo, alcance y costos. Aquí se realiza un seguimiento, revisión y elaboración de informes sobre el progreso general para cumplir los objetivos de desempeño definidos en la fase de planificación del proyecto.

4.6.4.1 Avance físico

El avance físico se refiere al progreso tangible de las actividades constructivas en la obra. Este se mide comparando las actividades completadas contra las planificadas en el cronograma, lo que permite tener una visión clara del estado real

del proyecto. Una adecuada medición del avance físico también alimenta la evaluación financiera, ya que ambos indicadores deben estar alineados. Las principales actividades para gestionar el avance físico incluyen:

- Inspecciones regulares: Verificación en el sitio para asegurar que las tareas se estén completando conforme a los planos y especificaciones.
- Reportes de avance: Documentos periódicos que resumen el progreso logrado, los hitos alcanzados y las actividades pendientes.
- Indicadores de rendimiento: Uso de indicadores como porcentaje de actividades completadas y tiempos de ejecución.

4.6.4.2 Avance financiero

El avance financiero mide el gasto real en comparación con el presupuesto planificado. Este indicador es crucial para asegurar que los recursos financieros se utilicen de manera eficiente, alineándose con los objetivos económicos del proyecto. Además, sirve como complemento al avance físico, ofreciendo una visión integral del estado del proyecto. Las actividades clave incluyen:

- Registro de gastos: Actualización constante de los costos en función de los recursos utilizados.
- Comparación de presupuestos: Contraste entre el gasto real y el estimado para identificar desviaciones.

Para ello se auxilia de la Curva S de Recursos, introducida en el Capítulo 2, la cual permite comparar el avance real versus el avance planificado financiero en un

proyecto a lo largo del tiempo, pudiendo realizarse mes a mes o en plazos de tiempo establecidos en el momento de la fase de planificación inicial.

Con la Curva S se monitorea el desempeño financiero de los recursos, facilitando la identificación de potenciales desviaciones respecto a lo planificado; consecuentemente, posibilita la detección de sobrecostos o retrasos en los determinados períodos de ejecución de obras en un proyecto de construcción, permitiendo tomar acciones correctivas para minimizar los impactos en términos de plazos de ejecución y montos, optimizando la toma de decisiones y la mejora continua en la fase de ejecución.

Una vez finalizado el proyecto, se realiza un análisis financiero que evalúa el costo real en comparación con el presupuesto inicial. Este análisis incluye:

- Evaluación de costos finales y comparación con lo planificado.
- Análisis de desviaciones presupuestarias y causas de sobrecostos.
- Identificación de lecciones aprendidas para mejorar la gestión financiera en proyectos futuros.
- Revisión del cumplimiento de los contratos financieros, incluyendo penalizaciones, pagos adicionales o ajustes por variaciones.
- Determinación del rendimiento financiero del proyecto con base en los costos de operación y mantenimiento post-ejecución.
- Identificación de estrategias de optimización de recursos para proyectos futuros.

Este informe financiero final no solo permite mejorar la planificación en proyectos posteriores y optimizar la gestión de costos en futuras obras de construcción, sino que también proporciona información clave para la toma de decisiones en términos de eficiencia operativa y financiera en la gestión de proyectos de construcción.

4.6.4.3 Plan de contingencia

Cuando el porcentaje de atraso en el avance físico supera los plazos establecidos en el contrato, se deben implementar medidas correctivas para mitigar el efecto de estos atrasos. A esto se le denomina Plan de Contingencia, el cual es un conjunto de estrategias y acciones que se implementan cuando ocurren desviaciones significativas en el avance físico de un proyecto. El Plan de Contingencia busca restablecer el equilibrio financiero y físico en el proyecto para evitar impactos negativos en el cronograma y calidad de la obra.

Entre las principales causas de desviaciones en el avance físico se identifican:

Condiciones climáticas adversas

Retrasos en la ejecución de actividades debido a lluvias intensas, tormentas, o eventos naturales que afectan la operatividad del proyecto.

Falta de equipo o materiales

Demoras en la entrega o disponibilidad de insumos esenciales para la obra, lo que repercute en la ejecución y en el flujo financiero.

Retraso en la aprobación de las órdenes de cambio

Modificaciones contractuales que requieran autorización, generando atrasos físicos y financieros al no poder ejecutarse los trabajos previstos.

Las estrategias para mitigar los efectos de los atrasos incluyen la reprogramación de actividades, gestión proactiva de suministros, establecimiento de acuerdos con proveedores y agilización de los procesos administrativos para la aprobación de los cambios contractuales en caso se requiera.

En cuanto a su alcance y cobertura, el plan está orientado a responder a situaciones imprevistas que afecten el uso eficiente de los recursos, La responsabilidad de su implementación recae en el gerente del proyecto, quien debe garantizar su aplicación para minimizar impactos negativos.

La estructura del plan se compone de dos partes principales: el Plan Estratégico, que define la organización, los roles y las estrategias preventivas para evitar más atrasos; y el Plan de Acción, que establece los procedimientos específicos a seguir cuando ocurren desviaciones.

Dentro del Plan Estratégico, se incluyen estrategias de prevención y control del avance físico, que consisten en monitorear constantemente los indicadores de avance del proyecto mediante la utilización del cronograma, establecer umbrales de alerta y generar reportes periódicos de avance físico. La integración de la Curva S de Recursos permite evaluar el progreso, comparando el avance real con el planificado y detectando desviaciones de manera temprana.

El Plan de Acción describe las medidas a tomar ante eventos que comprometan la estabilidad del proyecto. Estas acciones incluyen la reprogramación presupuestaria, ajustes en el flujo de caja, renegociaciones con proveedores, priorización de actividades y medidas correctivas para evitar atrasos no planificados. Asimismo,

establece mecanismos de comunicación con las partes interesadas, asegurando una respuesta coordinada y eficiente.

La evaluación y seguimiento del plan es fundamental para garantizar su efectividad. Se definen indicadores clave de desempeño que permiten medir el impacto de las medidas adoptadas y hacer ajustes según sea necesario. Además, se realiza una revisión posterior a la aplicación del plan, con el fin de extraer lecciones aprendidas y mejorar las estrategias para futuras contingencias.

Finalmente, la conclusión y recomendaciones del plan de contingencia sugieren estrategias para fortalecer la resiliencia ante atrasos no previstos del proyecto, reducir la probabilidad de desviaciones y optimizar la toma de decisiones en contextos de incertidumbre

CAPÍTULO V LIQUIDACIÓN DEL PROYECTO

5.1 Estimación de Liquidación

Es un documento que registra las cantidades de obra ejecutadas en el último período.

Procedimiento básico para la elaboración de estimación de liquidación.

Se realiza el mismo proceso que en la elaboración de la estimación mencionada en el capítulo 4 de este documento, tomando en cuenta lo siguiente:

El título del documento debe llevar “liquidación”.

Debe llevar la siguiente información del proyecto:

1. Nombre del contrato
2. No. De contrato
3. Contratista
4. Supervisor
5. Período
6. Monto de contrato original
7. Variación acumulada de monto hasta la última modificación contractual (solo si aplica)
8. Monto vigente del contrato
9. Monto de anticipo otorgado
10. Anticipo por amortizar.

El documento, lleva un cuadro con las siguientes columnas:

1. Código de partida: Debe ir el código de cada partida establecido en el plan de oferta.
2. Partida: Se debe escribir el nombre de cada partida, tal cual se encuentra definido en el plan de oferta.
3. Contrato original: Deben ir todas con las cantidades establecidas y aprobadas en el plan de oferta.
4. Variación acumulada hasta la última modificación contractual aprobada (solo si aplica): Deben ir todas con las cantidades aumentadas o disminuidas acumuladas establecidas en la última orden de cambio o modificativa aprobada.
5. Pago acumulado hasta la última estimación: Es el pago acumulado que se le ha realizado por parte de la administración o dueño del proyecto, siendo la suma de todas las estimaciones presentadas durante la obra.
6. Estimación actual: Son las cantidades por cobrar en este último período.
7. Acumulado a la fecha: Es el resumen de todo lo que se lleva acumulado hasta la fecha que se presenta la estimación por liquidación. En esta columna, muchas de las actividades tendrán un porcentaje de 100% siendo que estas ya se encuentran finalizadas.
8. Por ejecutar: En estas columnas den aparecer todas las actividades en cantidades, costo total y porcentaje tienen que ser cero.

5.2 Cuadros de Liquidación

La liquidación de un contrato en proyectos de construcción requiere un análisis detallado de los desembolsos efectuados durante la ejecución del mismo. Los cuadros de liquidación son herramientas fundamentales para documentar y verificar que los pagos realizados correspondan a los avances de obra y a los términos contractuales establecidos.

Estos cuadros permiten:

- Registrar cada estimación de pago aprobada a lo largo del proyecto.
- Monitorear la amortización del anticipo otorgado al contratista.
- Identificar posibles diferencias entre el monto contratado y los pagos efectuados, permitiendo ajustes finales si es necesario.
- Formalizar la finalización del contrato con las firmas de los responsables

Los cuadros de liquidación están compuestos por tres elementos clave que permiten una adecuada gestión financiera del contrato.

- **Estimación No.:** Corresponde al número de estimación de pago realizado durante el desarrollo del contrato. Cada estimación representa un avance parcial de la obra y un pago correspondiente al contratista.
- **Monto Desembolsado:** Es el valor en dólares desembolsado en cada estimación. Este monto se basa en los avances de obra aprobados por la entidad contratante.

- **Amortización del Anticipo:** En caso de que el contrato contemple un anticipo financiero, este se descuenta proporcionalmente en cada estimación hasta su total amortización. Este proceso asegura que el anticipo sea recuperado por la entidad contratante sin afectar el flujo de caja del contratista.

Para la elaboración de un cuadro de liquidación, se siguen los siguientes pasos:

1. **Recolección de Datos:** Se recopila toda la información financiera del contrato, incluyendo los montos de cada estimación y las amortizaciones del anticipo.
2. **Registro y Organización:** Se estructura la información en un formato claro y sistemático, asegurando que cada pago esté correctamente identificado.
3. **Verificación y Cálculo de Ajustes:** Se revisa que los montos desembolsados coincidan con lo ejecutado en obra, aplicando ajustes si es necesario.
4. **Validación y Aprobación:** El cuadro es revisado por el administrador del contrato y otras partes involucradas antes de su firma y cierre final.

A continuación, se presenta un ejemplo de cuadro de liquidación aplicable a proyectos de construcción.

Información General del Contrato

- **Empresa Contratista:** [Nombre de la empresa]
- **Número de Contrato:** [Código del contrato]
- **Monto Inicial del Contrato:** US\$ [Valor inicial]
- **Monto Final del Contrato:** US\$ [Valor final]
- **Monto del Anticipo:** US\$ [Valor del anticipo]
- **Fecha de Inicio:** [DD/MM/AAAA]
- **Fecha de Finalización:** [DD/MM/AAAA]

Tabla 11 Ejemplo de formato de cuadro de liquidación

Estimación No.	Costo total (US\$)	Amortización del Anticipo (US\$)	Monto total a estimar (US\$)
1	[Monto]	[Amortización]	
2	[Monto]	[Amortización]	
3	[Monto]	[Amortización]	
...	
n	[Monto]	[Amortización]	

TOTAL	[Monto Total]	[Monto Total - Amortización]	[Monto Total] - [Monto Total Amortización]
Monto original	[Monto original]		
Ajuste por Liquidación	[Valor del ajuste]		

Fuente: Elaboración Propia

Firma de responsables

- **[Nombre y Cargo]** – Representante del Contratista
- **[Nombre y Cargo]** – Supervisor del Contrato
- **[Nombre y Cargo]** – Administrador del Contrato
- **[Nombre y Cargo]** – Gerente Técnico

Este cuadro sintetiza los pagos efectuados durante la ejecución del contrato, asegurando la correcta liquidación financiera del proyecto. En caso de existir diferencias entre el monto final del contrato y los desembolsos realizados, se aplica un ajuste de liquidación para cerrar administrativamente la ejecución contractual.

5.3 Planos como construido

Los planos como construido son planos que representan de manera real el estado final de una obra, reflejando todas las modificaciones realizadas durante el proceso de construcción respecto al diseño original. Estos planos también aseguran que se cumplan las condiciones contractuales al momento de la recepción de obra, ya sea parcial o definitiva.

Importancia de los planos como construido

Estos planos son importantes durante y después de la ejecución de la obra por diversas razones, entre las cuales se pueden mencionar:

1. Mantenimiento y operaciones

Estos planos proporcionan información detallada sobre la ubicación de sistemas eléctricos, hidráulicos, estructurales, etc.

2. Cumplimiento normativo técnico

Se encargan de asegurar que el proyecto cumpla con todas las normativas y códigos de construcción vigentes.

3. Valor legal y de auditoría.

En caso de disputas legales, los planos como construido son la prueba fidedigna que cómo se ha ejecutado la obra durante el proyecto, por lo que pueden ser utilizados para resolver conflictos entre la contratista, propietarios y/o otras partes

involucradas en el proyecto. Estos planos también son útiles al momento de una auditoria, ya que estos respaldan las estimaciones efectuadas durante el proyecto

4. Referencia para futuros proyectos

Sirven como base para futuras expansiones o renovaciones, permitiendo a los futuros ingenieros y arquitectos entender las condiciones existentes y planificar en consecuencia a ellos.

5.3.1 Proceso de elaboración de planos como construido

La elaboración de este tipo de planos implica varias etapas, las cuales se especifican a continuación:

1. Revisión de planos originales

Primeramente, se realiza la revisión a detalle de los planos de diseño originales. Estos documentos incluyen los planos arquitectónicos, estructurales y de cualquier otra especialidad involucrada en el proyecto en función de su complejidad. Habiendo realizado esta revisión, se establece una línea base clara de lo planificado originalmente, permitiendo a los profesionales identificar posibles áreas de desviación que necesitarán ser reflejadas en los planos como construido. En esta etapa es fundamental que todos los documentos estén completos y actualizados, para evitar omisiones o errores en las etapas

posteriores, además, esta revisión ayuda a que los profesionales se familiaricen con las especificaciones y detalles técnicos del proyecto.

2. Inspección y medición en el sitio

Tras la revisión de los planos originales, se realiza una inspección detallada del sitio con el fin de recopilar información precisa sobre cómo se ha construido realmente el proyecto. Aquí se documentan todas las características a plasmar de manera gráfica en los planos como construido, incluyendo:

- Dimensiones de elementos estructurales.
- Ubicación de sistemas.
- Cualquier otra información que influya en modificaciones al diseño original

3. Documentación de cambios y ajustes

Mientras se ejecuta la inspección y medición en el sitio, se documentan todos los cambios y ajustes realizados comparado con los planos originales. Esta documentación asegura que los planos como construido reflejen el estado final del proyecto tal cual se ha construido, de ahí su nombre. Entre los cambios que se incluyen son:

- Desviaciones con respecto al diseño original.
- Modificación de materiales.
- Ajustes estructurales.
- Cambio de ubicación de instalaciones especiales.

4. Actualización y validación de planos

En esa última fase, todos los datos recolectados y documentados en las fases anteriores se integran en los planos originales para crear los planos como contruidos finales, Este proceso implica que:

- Se actualicen los planos originales: incorporando todos los cambios y ajustes documentados en los planos originales, es decir: adición de notas, revisión de dimensiones inclusión de nuevos elementos, etc.
- Se revisen y se validen: los planos deben ser revisados por la Supervisión, para asegurar su precisión y conformidad con normativas técnicas vigentes y especificaciones técnicas del proyecto. Así como que lleven la información correcta del proyecto para proceder a firma y sello por parte de la contratista y supervisión.

5.4 Actas de Recepción

Es un documento legal que se emplea cuando el propietario verifica que las obras se han realizado de acuerdo con los planos y especificaciones técnicas establecidas en el contrato. Esta se puede dividir en dos tipos:

5.4.1 Acta de recepción parcial

El acta de recepción parcial es la primera que se realiza cuando el contratista ha notificado que ha finalizado las obras, esta puede incluir el monto original, monto de ordenes de cambio, participantes (Propietario, personal clave del constructor

y supervisor), observaciones realizadas a la obra por el propietario y el periodo de tiempo en el cual se solventarán dichas observaciones antes de la recepción definitiva.

5.4.2 Acta de recepción definitiva

El acta de recepción definitiva se firma luego de haber subsanado las observaciones realizadas en el acta de recepción provisional, garantizando que la obra fue entregada conforme a las especificaciones técnicas y requisitos del contrato, así como en buen estado.

Cada propietario tiene su formato de acta de recepción provisional y definitiva, pero en dado caso no exista dicho formato se proponen los siguientes:

LOGO DEL PROPIETARIO

ACTA DE RECEPCION PROVISIONAL

NOMBRE DEL PROYECTO

Reunidos en la zona del proyecto, (*ubicación detallada del proyecto*), con la finalidad de realizar la Recepción Provisional del proyecto denominado: **nombre del proyecto** presentes por parte **Nombre de la contratista y su representante en el acto, así como de la supervisión y administrador de contrato** en cumplimiento a lo establecido en la Condición General xxxx de los Pliegos de Condiciones, y considerando:

Se detallan las notas de remisión correspondientes enviadas por el contratista a supervisión y por supervisión al propietario, en donde se incluyen fechas, No. de nota, y asunto.

Se detalla si se hizo el recorrido y quienes estuvieron presentes en el.

POR TANTO, en cumplimiento a la Condición General xxxx, Recepción Provisional, de los Pliegos de Condiciones, se extiende la presente ACTA DE RECEPCIÓN PROVISIONAL, del proyecto: **nombre del proyecto** contando con un plazo de *escribir plazo en letras y números* días calendario a partir de la firma de la presente acta, para realizar las observaciones aquí detalladas (*si las hubiese*), y no habiendo más que hacer constar, firmamos la presente en tres originales *ingresar fecha en la que se firma el acta*.

NOMBRES Y FIRMAS DEL CONTRATISTA, SUPERVISIÓN Y ADMINISTRADOR DE CONTRATO

Figura 40 Formato propuesto de Acta de Recepción Provisional

Fuente: Elaboración propia

LOGO DEL PROPIETARIO

ACTA DE RECEPCIÓN DEFINITIVA

NOMBRE DEL PROYECTO

Reunidos en la zona del proyecto, (*ubicación detallada del proyecto*), con la finalidad de realizar la Recepción Provisional del proyecto denominado: **nombre del proyecto** presentes por parte **Nombre de la contratista y su representante en el acto, así como de la supervisión y administrador de contrato** en cumplimiento a lo establecido en la Condición General xxxx de los Pliegos de Condiciones, y considerando:

*Se detallan las notas de remisión correspondientes enviadas por el contratista a supervisión y por supervisión al propietario, en donde se incluyen fechas, No. de nota, y asunto.
Se detalla la fecha del acta de recepción provisional, así como la nota de solicitud de la recepción definitiva.*

POR TANTO, en cumplimiento a la Condición General XXXX, Recepción Definitiva, de los Pliegos de Condiciones, se hace constar en esta **ACTA DE RECEPCIÓN DEFINITIVA**, el cumplimiento del contratista en haber concluido en su totalidad el proyecto denominado **Nombre del proyecto** y no habiendo más que hacer firmamos la presente en cuatro originales *colocar fecha de firma*.

NOMBRES Y FIRMAS DEL CONTRATISTA, SUPERVISIÓN Y ADMINISTRADOR DE CONTRATO

Figura 41 Formato propuesto de Acta de Recepción Definitiva

Fuente: Elaboración propia

5.5 Funcionamiento de la Obra

Es un documento en el cual se describe el funcionamiento de la obra y el mantenimiento que se debe ejercer cada cierto tiempo en esta. Al momento de entregar este documento se realiza una capacitación de funcionamiento de todos

los equipos y accesorios (depende el caso) al personal que estará manipulándolos por parte del propietario. Este documento debe incluir algunos aspectos generales como:

- Introducción
- Descripción del proyecto
- Actividades de mantenimiento a ejecutar
- Norma de ejecución de actividad de mantenimiento
- Conclusiones
- Recomendaciones

5.6 Garantías

Las garantías que se solicitan al momento de liquidar un proyecto son:

1. Garantía de Buena Obra

La Garantía de Buena Obra es un mecanismo que el contratista debe otorgar a favor de la entidad contratante con el propósito de asegurar que responderá por cualquier falla o defecto que sea atribuible a su responsabilidad durante el período establecido en el contrato. El plazo de vigencia de esta garantía comenzará a contar a partir de la recepción definitiva de la obra, es decir, una vez que se haya formalizado la entrega final del proyecto.

El monto de esta garantía será equivalente al diez por ciento del valor final del contrato. El plazo específico y el momento de presentación de la garantía serán

definidos en los documentos de solicitud, estableciendo que, en ningún caso, su vigencia podrá ser inferior a un año.

En el caso de obras de gran magnitud o complejidad, como aquellas obras cuya magnitud marquen un precedente en el país o que requieran la participación exclusiva de proveedores extranjeros, se deberán considerar estándares internacionales de certificación para las empresas contratistas. Estos estándares garantizarán que el contratista cumpla con las condiciones técnicas y profesionales necesarias para ejecutar la obra de acuerdo con los requisitos y expectativas establecidos.

Esta garantía tiene como objetivo proteger a la entidad contratante de posibles deficiencias en la ejecución de la obra que puedan surgir después de su entrega, asegurando que el contratista asuma la responsabilidad de corregir cualquier falla o desperfecto que sea de su competencia durante el período establecido. De esta manera, se garantiza la calidad y durabilidad de la obra, así como el cumplimiento de los estándares técnicos y contractuales acordados.

2. Garantía de Buen Servicio o Calidad de Bienes

Esta garantía se otorga, cuando corresponda, a favor de la entidad contratante con el fin de asegurar que el contratista asumirá la responsabilidad por el buen funcionamiento, la calidad de los bienes entregados o la prestación adecuada de los servicios contratados, siempre que estos aspectos sean atribuibles al

contratista. La garantía cubrirá cualquier deficiencia, falla o incumplimiento que se presente durante el período establecido en el contrato.

El plazo de vigencia de esta garantía comenzará a contar a partir de la recepción definitiva de los bienes o servicios. El monto de la garantía será equivalente al diez por ciento del valor final del contrato, y tanto el plazo como el momento de presentación de la misma deberán especificarse en los documentos de solicitud. En ningún caso, la vigencia de esta garantía podrá ser inferior a un año.

En el caso de servicios de consultoría, la entidad contratante podrá exigir una garantía de buen servicio cuando lo considere necesario, con el objetivo de asegurar que el consultor cumpla con los estándares de calidad y los términos acordados en el contrato.

Esta garantía tiene como propósito proteger los intereses de la entidad contratante, garantizando que los bienes, servicios o consultorías contratados funcionen de manera adecuada y cumplan con las especificaciones y expectativas establecidas. De esta manera, se asegura que el contratista asuma la responsabilidad por cualquier falla o deficiencia que sea de su competencia durante el período definido en el contrato.

Para hacer efectivas estas garantías se procede mediante lo abordado en el capítulo 3, en la sección 3.4.1 Proceso de licitación pública

5.6.1 Procedimiento De Devolución De Garantías

En la devolución de garantías se libera a la contratista de las obligaciones respaldadas por la garantía, fuera cual fuera, una vez se verifica el cumplimiento total de sus compromisos contractuales. A continuación, se describe el procedimiento general para la devolución de garantías aplicables a contratos de construcción de obras civiles.

1. Verificación de Cumplimiento Contractual

Antes de autorizar la devolución de una garantía, la entidad contratante debe asegurarse de que el contratista haya cumplido con todas las obligaciones pactadas. Esto incluye:

- La correcta ejecución del proyecto conforme a los planos, especificaciones técnicas y cronograma aprobado.
- La entrega dentro de los plazos establecidos.
- La solución oportuna de observaciones surgidas en las actas de recepción provisional o definitiva.
- En el caso de garantías post-ejecución, como la de buena obra, que haya transcurrido el período de vigencia sin reportes de fallas imputables al contratista.

2. Revisión del Período de Vigencia de la Garantía

Dependiendo del tipo de garantía, se deberán considerar distintos plazos:

- **Garantía de inversión de anticipo:** Hasta que el anticipo haya sido completamente amortizado.
- **Garantía de cumplimiento contractual:** Hasta la entrega y aceptación formal de los productos, servicios u obras.
- **Garantía de buena obra / buen servicio:** Hasta finalizar el período de vigencia posterior a la recepción definitiva, sin que se hayan identificado fallas imputables al contratista.

3. Solicitud de Devolución por Parte del Contratista

Cumplidos los requisitos anteriores, el contratista deberá presentar una solicitud formal por escrito para la devolución de la garantía. Esta solicitud debe incluir:

- Nombre del contrato.
- Número del contrato y monto de la garantía.
- Tipo de garantía cuya devolución se solicita.
- Declaración de cumplimiento de todas las obligaciones contractuales.

4. Evaluación Técnica y Administrativa

La unidad administradora del contrato revisa:

- Informes técnicos de supervisión y control de calidad.
- Actas de recepción (provisional y definitiva).
- Verificación de que no existan reclamaciones pendientes dentro del período de vigencia de la garantía.
- Confirmación de que no hubo ejecución parcial o total de la garantía.

5. Emisión del Informe de Conformidad

Una vez finalizada la evaluación, se elabora un informe de conformidad que respalde la devolución. Este informe debe incluir:

- Verificación del cumplimiento contractual.
- Declaración de inexistencia de incumplimientos pendientes.
- Recomendación de devolución.

6. Aprobación y Autorización

El responsable de la unidad contratante emite la autorización para la devolución formal de la garantía. Este documento puede estar firmado por el jefe de la unidad administrativa o dirección técnica, según corresponda.

7. Notificación a la Entidad Fiadora o Devolución Física

Dependiendo del tipo de garantía, se realiza una de las siguientes acciones:

- **Garantía emitida por institución financiera o aseguradora:** Se notifica a la entidad emisora que la garantía puede ser cancelada y devuelta al contratista.
- **Garantía en documento físico (cheque, certificado, etc.):** Se devuelve directamente al contratista o se libera de su obligación en el sistema.

8. Archivo y Cierre del Proceso

Se deja constancia documental del proceso en el expediente del contrato, incluyendo:

- Solicitud del contratista.
- Evaluaciones técnicas y administrativas.
- Resolución de devolución de la garantía.
- Acuse de recibo o constancia de devolución.

5.7 Informe De Liquidación

Para obtener un mayor control y comprobación del manejo de los recursos asignados a la empresa constructora, esta debe presentar el informe de liquidación, el cual se divide en dos partes.²⁵:

Informe Financiero

- Carta de remisión dirigida a la Dirección Ejecutiva
- Documentos originales y fotocopias
- Documentos que soportan los egresos, ordenados en orden correlativo
- Documentos que se generen en los procesos de compra según la LACAP.
- Estados de cuenta bancarios o movimientos históricos del período sujeto a revisión
- Conciliaciones bancarias
- Cuadro de estimación y avance financiero
- Cuadro de control de cheques debidamente firmados y sellados.

Informe Técnico

- Descripción de actividades realizadas del período que se informa
- Informe de actividades

²⁵ GUÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS, INSTRUMENTO N8
FONDO AMBIENTAL PARA EL SALVADOR (FONAES)

- Secuencia fotográfica.

Dado que este documento tiene de actualización el año 2016, se presenta una propuesta de informe de liquidación:

Informe Financiero

- Portada
- Índice
- Introducción
- Acta de recepción provisional original y copia
- Acta de recepción definitiva original y copia
- Copia de resolución de modificativas del proyecto.
- Copia de resolución de orden de cambio por liquidación
- Facturas
- Cuadros de liquidación
- Estimación de liquidación
- Copia de resolución en caso de multas o penalidades.
- Copia del contrato
- Copia de la orden de inicio

Informe Técnico

- Portada
- Índice

- Introducción
- Aspectos generales del proyecto
 - Descripción
 - Ubicación
- Actividades desarrolladas durante el proyecto
- Permisos obtenidos para la ejecución del proyecto:
 - Factibilidades
 - Permisos ambientales (si aplica)
- Reporte de condiciones climáticas durante todo el proyecto.
- Informe de cumplimiento de PMA durante toda la ejecución del proyecto.
- Informe de cumplimiento PMS durante toda la ejecución del proyecto.
- Informe de cumplimiento del PCC durante toda la ejecución del proyecto.
- Informe de cumplimiento del PSSO
- Bitácoras originales completas encuadernadas
- Planos como construidos
- Manuales en español con las instrucciones de operación y mantenimiento de equipos instalados (si aplica)
- Registro fotográfico de procesos constructivos por actividad
- Conclusiones

5.8 Cierre del Proyecto

Al llegar a la finalización del proyecto, se debe realizar un cierre financiero, legal y técnico del proyecto de manera interna, esto para obtener un orden sistemático de todo lo realizado en el proyecto, mejorar procesos constructivos y administrativos y tener un registro histórico de precios y personal para futuras licitaciones de proyectos.

Cierre Financiero

En este se recopila la siguiente información:

- Plan de oferta.
- Desglose de costos unitarios.
- Los presupuestos de las ordenes de cambio (si las hubiese).
- Cotizaciones
- Estimaciones de todos los periodos.
- Informes de uso de anticipo.
- Garantías.
- Rendimientos de costos en obra.
- Reporte de avance físico-financiero de todos los periodos.

Cierre Legal

En este se compila la siguiente información:

- Contrato del proyecto.
- Documento de solicitud de anticipo.
- Permisos y factibilidades obtenidas.
- Orden de inicio.
- Contratos del personal clave y no clave.
- Contratos de subcontratos.
- Ordenes de cambio o modificativas.
- Bitácoras.
- Memorias o Actas de seguimiento.
- Términos de Referencia.
- Cruce de notas.
- Acta de recepción provisional.
- Acta de recepción definitiva.
- Resolución de liquidación.
- Penalidades.

Cierre Técnico

En este se reúne la siguiente información:

- Rendimientos de volumen de obra.
- Programa de trabajo.
- Planes desarrollados (plan de manejo ambiental, social, salud y seguridad ocupacional, plan de control de calidad).
- Revisión de diseño (si hubiese).
- Especificaciones Técnicas.
- Planos como construido.
- Informes mensuales y de liquidación.

CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

1. La selección de los contenidos temáticos para la propuesta del curso de especialización denominado: Gerencia de Proyectos de Construcción de Obras Civiles se realizó en base al ciclo de vida del proyecto, abordando los temas desde los conceptos introductorios como fase inicial de gerencia de proyectos hasta los procedimientos administrativos, técnicos y legales involucrados en la fase de cierre y liquidación del proyecto.
2. La inclusión de actividades prácticas dentro del curso representa un componente fundamental para fortalecer la aplicación real de los conocimientos adquiridos. Estas actividades están orientadas a representar situaciones reales del entorno laboral y permiten que los estudiantes desarrollen habilidades en la planificación, administración y control de proyectos, alineando su formación con las demandas actuales del sector de la construcción.
3. Dados los resultados obtenidos del diagnóstico realizado a los estudiantes de la carrera de ingeniería civil de la Universidad de El Salvador, se presenta el programa académico para la propuesta del curso de especialización en Gerencia de Proyectos de Construcción de Obras Civiles, donde se propone la descripción, la organización, duración, horarios, contenidos temáticos, y requerimientos de este, asimismo se presenta una propuesta de la metodología de la enseñanza y aprendizaje

con los respectivos materiales didácticos y un posible sistema de evaluación, todo esto fundamentado con una bibliografía recomendada.

4. El diagnóstico realizado mediante encuesta electrónica a una población de 120 estudiantes con una muestra de 65 estudiantes de tercer, cuarto y quinto año de la carrera de ingeniería civil de la Universidad de El Salvador, reveló un alto nivel de interés por parte del estudiantado en el área de gerencia de proyectos de construcción a pesar de que el 70.8% no ha tenido experiencia directa en este campo, el 95.4% manifestó su disposición a cursar la especialización si esta se ofertara como opción para obtener el título de grado. Además, el 93.8% está de acuerdo en que se incorpore formalmente este curso en el pensum de la carrera de ingeniería civil.
5. A partir de lo expuesto en la investigación, se concluye que el gerente debe estar involucrado desde la etapa de conceptualización hasta la fase de cierre y liquidación el proyecto, ya que su participación continua permite una planificación eficiente, un adecuado seguimiento de los objetivos y una mejor toma de decisiones ante posibles percances en la obra. Además, su presencia a lo largo de todas las fases garantiza un correcto control de recursos, la coordinación de las distintas especialidades y el cumplimiento de los estándares de calidad, cronograma y presupuesto establecidos desde las fases tempranas del proyecto.

6.2 Recomendaciones

1. Se recomienda que el profesional a impartir el curso propuesto de especialización denominado Gerencia de Proyectos de Construcción de Obras Civiles tenga el conocimiento técnico y la experiencia en el cargo de gestión de proyectos, para reforzar y mejorar los contenidos temáticos considerados en la propuesta de este trabajo de graduación.
2. Se recomienda considerar los contenidos temáticos proporcionados en esta propuesta de curso de especialización de Gerencia de Proyectos de Construcción de Obras Civiles como una base que está sujeta a mejoras y una constante actualización; dado que el sector de la construcción, en la actualidad, evoluciona de forma acelerada en materia de procesos constructivos, normativas técnicas, softwares de análisis y marco legal de El Salvador. Por lo que será importante que cada contenido sea revisado de manera periódica para que este pueda ser adaptado acorde a las necesidades vigentes.
3. Se recomienda realizar visitas técnicas a proyectos en ejecución para identificar y aplicar los conocimientos adquiridos en el curso propuesto de Gerencia de Proyectos en Construcción de Obras Civiles.
4. Se recomienda que el uso de los formatos presentados en el trabajo de graduación (preparatorias, actas de recepción, seguridad y salud ocupacional, estimaciones), deben ser utilizados como guía y no como

formatos estándar a utilizar, estos pueden variar y mejorarse según la necesidad.

5. Se recomienda profundizar en los contenidos temáticos propuestos, para la elaboración de trabajos de investigación durante el desarrollo del curso de especialización, para la aprobación de este.

Bibliografía

1. Asamblea Legislativa de la Republica de El Salvador. 2013. *Ley Especial de Asocios Publico Privados*. Asamblea Legislativa de la Republica de El Salvador. San Salvador. El Salvador.
2. Asociación de Ingenieros y Arquitectos (ASIA). 2021. Curso de control de calidad y seguridad en la industria de la construcción. San Salvador, El Salvador.
3. Baeza. L. 2019. 'Innovación en Las Metodologías de Dirección de Proyectos para PYMES'. Ingeniera de Organización Industrial. Universidad de Valladolid. Valladolid, España.
4. Burgos. J. 2013. 'Aplicación del método del valor ganado a un proyecto de construcción'. Ingeniero Civil. Universidad de Los Andes. Bogotá D.C, Colombia.
5. Cámara Peruana de la Construcción. 2003. COSTOS Y PRESUPUESTOS EN EDIFICACIÓN. Lima, Perú.
6. Carreón Cortez Luis Alberto *¿Qué Es La Supervisión de Obras?* 8/08 ARQUITECTOS. [en línea]. Consultado 19 enero 2025. <https://808arquitectos.com/supervision-de-obra>
7. Checya. D. Colán. J. Marin. G. Manrique. J. y Chavez. M. 2018. *Las Curvas*. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú.

8. Consejo Profesional de Arquitectura y Urbanismo. 2018. *Gerencia De Proyectos Gerencia De Construcciones*. Cuarta Edición. Consejo Profesional de Arquitectura y Urbanismo. Buenos Aires, Argentina.
9. De la Roca. S. 2020. 'Metodología Para La Gestión Eficaz De Proyectos De Construcción Incorporando Los Conceptos Y Prácticas Del PMBOK'. Ingeniero Civil. Universidad de San Carlos, Guatemala
Choclán. F. Soler. M. Y Gonzales. Ramón. 2014. *Introducción a la Metodología BIM* [en línea]. ResearchGate. Consultado: 25 de octubre 2024.
[https://www.researchgate.net/publication/284159764_INTRODUCCION_A_L
A_METODOLOGIA_BIM](https://www.researchgate.net/publication/284159764_INTRODUCCION_A_LA_METODOLOGIA_BIM)
10. Dirección de Obras Municipales. 2021. Guía para la Elaboración de Estimaciones. Primera Edición. San Salvador, El Salvador.
11. Dirección Nacional de Compras, 2023, Ley de Compras Públicas. San Salvador, El Salvador.
12. Editor noticias, *SUPERVISIÓN DE OBRAS: ¿CÓMO APORTA AL ÉXITO DE UN PROYECTO?* [en línea]. Grupo acerta. Consultado 19 enero 2025.
<https://grupoacerta.mx/blog/construccion/supervision-de-obras>
13. EUROINNOVA Educación Internacional en Línea. 2024. 'función de control de calidad'. Descubre cuál es la función de control de calidad en una empresa [Blog]. Consultado 25 de enero 2025.
<https://www.euroinnova.com/blog/funcion-de-control-de->

[calidad#:~:text=Los%20Ingenieros%20de%20control%20de,de%20gobierno%20que%20le%20compete](#)

14. Frederick D. *Fuentes de Financiamiento*. [en línea]. Enciclopedia iberoamericana. Consultado: 20 noviembre 2024. <https://enciclopediaiberoamericana.com/fuentes-de-financiamiento/>
15. Frederick S. Merritt, M. Kent Loftin, Jonathan T. Ricketts, 1999. *Manual del ingeniero Civil*, Tomo I, Cuarta Edición. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. Florida. Estados Unidos.
16. Gomez. O. 2024. 'personal de obra sus funciones y responsabilidades'. Personal de obra: sus funciones y responsabilidades [Blog]. 16 de abril. Consultado 25 de enero 2025. <https://gorentalstore.com/blog-alquiler-de-maquinaria/personal-de-obra-sus-funciones-y-responsabilidades>
17. Guía para la administración de proyectos, Instrumento No. 8, Fondo Ambiental de El Salvador (FONAES), 2016.
18. Gutiérrez M. *Préstamo* [en línea]. Enciclopedia iberoamericana. Consultado: 20 noviembre 2024. <https://enciclopediaiberoamericana.com/prestamo/>
19. Handi. K. 2014. *Aplicación práctica del Diagrama de Gantt en la administración de un proyecto*. Abril 2014. Universidad Nacional de Tucumán. Argentina.

20. Herranz. A. 2016. 'los recursos en el proyecto' Los Recursos en el proyecto [en línea]. 31 diciembre. Consultado 21 de enero 2025. <https://es.slideshare.net/slideshow/los-recursos-en-el-proyecto/70568228>
21. Hidalgo. J. *Fuentes de financiación para un proyecto de infraestructura pública*. [en línea]. EADIC Engineering, Training & Development Solutions. Consultado 20 de noviembre 2024. <https://eadic.com/blog/entrada/fuentes-de-financiacion-para-un-proyecto-de-infraestructura-publica/>
22. Jones. G. 2025. 'Tipos de subcontratos en construcción' 14 tipos principales de subcontratistas de construcción [Blog]. 14 de enero. Consultado: 25 de enero 2025. <https://www.autodesk.com/blogs/construction/types-construction-subcontractors/>
23. Manosalva. D. 2020. 'El Método BIM: Efectividad Y Beneficios En Los Proyectos De Edificación'. Técnico Universitario en Construcción. Universidad Técnica Federico Santa María. Viña del Mar, Chile.
24. Organización Internacional de Normalización. 2015. *Sistemas de Gestión de la Calidad – Requisitos. ISO 9001:2015*. Ginebra. Suiza.
25. Prieto. E. 2023. 'que son los recursos de un proyecto'. ¿Cuáles son los recursos de un proyecto? [Blog]. 5 de octubre. Consultado: 21 de enero 2025. <https://es.snhu.edu/blog/que-son-los-recursos-de-un-proyecto>

26. Project Management Institute. 2017. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK). Sexta edición. Project Management Institute. Newtown Square, PA.
27. Project Management Institute. 2021. *Guía del PMBOK*. Séptima Edición. Instituto de Gestión de Proyectos. Newtown Square, Pensilvania, Estados Unidos.
28. *Qué es el contratista en una obra*. RIBETER. Consultado 19 enero 2025.
<https://ribeter.org/que-es-el-contratista-en-una-obra/>
29. Rubio. A. 2005. *La Gerencia de Proyectos y La Administración de Proyectos*. Primera Edición, México.
30. Sanchez. J. 2024. Presupuesto: ¿Qué es? Tipos y ejemplos. [En línea] Economipedia. Consultado 29 enero 2025.
<https://economipedia.com/definiciones/presupuesto.html>
31. Siles. R. y Mondelo. E. 2018. *Herramientas Y Técnicas Para La Gestión De Proyectos De Desarrollo PM4R*. Cuarta Edición. Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y Instituto Interamericano para el Desarrollo Económico y Social (INDES). Praguay, Bolivia y El Salvador.
32. Solminihaç T. Thenoux Guillermo. 2002. *Procesos y técnicas de construcción*. Tomo I. Segunda Edición. Alfaomega, México

33. Stepanets. A. 2024. 'asignación de recursos en un proyecto' Guía completa para la gestión de recursos de proyecto de manera óptima [Blog]. 1 de agosto. Consultado: 21 de enero 2025. <https://blog.ganttpro.com/es/asignacion-de-recursos-en-un-proyecto/#tipos>
34. Tapias. D. 2014. *Ciclo de Vida de los Proyectos*. Escuela Politécnica Superior, Universidad Autónoma de Madrid. Madrid, España.
35. Trujillo Elena. *Contratista* [en línea] Economipedia. Consultado 20 noviembre 2024. <https://economipedia.com/definiciones/contratista.html>
36. Velásquez. M. 2021. *Planeamiento, Programación y Control*. Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de El Salvador. San Salvador, El Salvador.
37. Vinccler C.A. 2007 *Guia Para La Gerencia De Proyectos De Construcción, GGPC*. Primera Edicion. Vinccler C.A. Caracas, Venezuela.
38. Weller. J. 2021. Los componentes críticos para preparar y realizar una revisión del diseño del producto [Pagina web]. Consultado 23 de enero 2025. <https://es.smartsheet.com/content/design-review-process>