

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ÁREA ACADÉMICA DE GERENCIA DE PROYECTOS

MAESTRÍA EN GERENCIA DE PROYECTOS



**Modelo para la gestión del alcance, costo y tiempo de los proyectos en la
Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica**

Proyecto de graduación para optar al grado de

Maestría en Gerencia de Proyectos.

Realizado por:

David Sánchez Monney

Cartago, abril del 2019

DEDICATORIA

A mi esposa Adriana, por su apoyo y su amor dándome las fuerzas para seguir adelante y porque se sacrificó conmigo en este proceso.

A mi hijo Juan Pablo, quien junto a mi esposa, son la razón para buscar ser mejor cada día para ellos.

A mis padres Orlando y Zahyra, quienes siempre han sido el mejor ejemplo a seguir.

David S.M.

AGRADECIMIENTOS

A todos los profesores de la maestría por sus enseñanzas.

A mi tutor Gabriel Silva por su guía y orientación en el desarrollo de esta investigación.

A mis compañeros de maestría por el apoyo durante la carrera.

Al ing. Saúl Fernández, Director de la Oficina de Ingeniería, por su apoyo durante el tiempo que trabajé para la oficina.

A mis compañeros en la Oficina de Ingeniería por ayudarme con la información que necesité.

EPÍGRAFE

“Toda persona que conoces sabe algo que tú no sabes, aprende de ellos.”

H. Jackson Brown Jr.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
EPÍGRAFE	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE CUADROS	xiii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xiv
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xix
INTRODUCCIÓN	1
Capítulo 1 Generalidades de la investigación	3
1.1 Marco referencial.....	3
1.1.1 Tecnológico de Costa Rica.....	3
1.1.2 Oficina de Ingeniería.....	5
1.2 Planteamiento del problema.....	11
1.3 Justificación del estudio	12
1.4 Antecedentes	15
1.5 Objetivos	17

1.5.1	Objetivo general.....	18
1.5.2	Objetivos específicos.....	18
1.6	Alcance y limitaciones	18
1.6.1	Alcance.....	18
1.6.2	Limitaciones.....	20
Capítulo 2	Marco teórico.....	21
2.1	Gestión de proyectos	21
2.1.1	Definición de proyecto.	21
2.1.2	Ciclo de vida de un proyecto.	22
2.1.3	Administración de proyectos.....	25
2.2	Estándares de gestión de proyectos	27
2.2.1	Project Management Institute (PMI®).....	27
2.2.2	Project in Controlled Environments (PRINCE®).	54
2.2.3	International Project Management Association (IPMA®).....	60
Capítulo 3	Marco metodológico	64
3.1	Tipo de investigación.....	64
3.1.1	Alcance de la investigación.	64
3.1.2	Diseño de la investigación.	65
3.1.3	Propósito de la investigación.	66
3.2	Sujetos y fuentes de información	66

3.2.1	Sujetos de información.	67
3.2.2	Fuentes primarias de información.....	68
3.2.3	Fuentes secundarias de información.....	69
3.3	Variables y categorías de análisis.....	71
3.4	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	74
3.4.1	Revisión documental.	74
3.4.2	Encuesta.....	75
3.4.3	Escala de actitud y opinión.	75
3.5	Análisis de datos.....	76
3.5.1	Situación actual en gestión de proyectos.	77
3.5.2	Buenas prácticas de la industria.....	78
3.5.3	Brechas entre la situación actual y las buenas prácticas.....	79
3.5.4	Diseño de procedimientos y herramientas.....	79
3.5.5	Propuesta para la implementación.	80
Capítulo 4	Análisis de resultados.....	81
4.1	Análisis de la situación actual de la organización.....	81
4.1.1	Resultado de la revisión documental.....	81
4.1.2	Resultado del cuestionario aplicado.....	84
4.2	Buenas prácticas para la gestión de proyectos.....	91
4.3	Brecha entre la situación actual y las buenas prácticas.....	93

4.3.1	Brechas encontradas en la gestión del alcance.	94
4.3.2	Brechas encontradas en la gestión del cronograma.....	96
4.3.3	Brechas encontradas en la gestión de los costos.....	98
Capítulo 5	Propuesta de solución	99
5.1	Modelo para la gestión del alcance, tiempo y costo.....	99
5.1.1	Ciclo de vida de los proyectos	99
5.1.2	Gestión del alcance de un proyecto.....	103
5.1.3	Gestión del cronograma de un proyecto.....	111
5.1.4	Gestión de los costos de un proyecto.....	119
5.2	Propuesta de implementación del modelo	127
5.2.1	Estrategia de implementación.	128
5.2.2	Cronograma propuesto.....	129
5.2.3	Presupuesto de la implementación.....	131
Capítulo 6	Conclusiones y recomendaciones	134
6.1	Conclusiones.....	134
6.2	Recomendaciones.....	136
	Referencias bibliográficas	138
	APÉNDICE A: Formato de ficha bibliográfica.....	140
	APÉNDICE B: Cuestionario situación actual en gestión de proyectos.....	141
	APÉNDICE C: Diagrama de flujo de procesos	143

APÉNDICE D: Acta de constitución del proyecto	145
APÉNDICE E: Plantilla del Programa Arquitectónico	147
APÉNDICE F: Plantilla del Registro de requerimientos.....	148
APÉNDICE G: Plantilla de EDT del proyecto	149
APÉNDICE H: Plantilla de EDT del producto del proyecto.....	150
APÉNDICE I: Registro de lecciones aprendidas	151
APÉNDICE J: Plantilla de la lista de actividades del proyecto	152
APÉNDICE K: Plantilla de cronograma del proyecto.....	156
APÉNDICE L: Ejemplo de estimación de costos.....	157
APÉNDICE M: Ejemplo de lista de recursos necesarios	158
APÉNDICE N: Plantilla de presupuesto detallado.....	162
APÉNDICE O: Cronograma de implementación del modelo	167
ANEXO 1: Resultados obtenidos del cuestionario aplicado	168
ANEXO 2: Solicitud de orden de cambio de la organización.....	170
ANEXO 3: Fórmula 1 de imprevistos de diseño de la organización.	171
ANEXO 4: Fórmula 2 de imprevistos de diseño de la organización.	172

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Organigrama del Tecnológico de Costa Rica.....	4
Figura 1.2 Organigrama de la Oficina de Ingeniería.....	7
Figura 1.3 Actividades fundamentales de la Oficina de Ingeniería.....	10
Figura 2.1 Ciclo de vida típico de un proyecto.....	23
Figura 2.2 Grupos de procesos del PMBoK® en un proyecto o fase.	29
Figura 2.3 Procesos y áreas de conocimiento del PMBoK®.	31
Figura 2.4 Descripción de los procesos de la gestión del alcance.	33
Figura 2.5 Proceso de planificar la gestión del alcance.	34
Figura 2.6 Proceso de recopilar requisitos.	35
Figura 2.7 Proceso de definir el alcance.	36
Figura 2.8 Proceso de crear la EDT / WBS.	37
Figura 2.9 Proceso de validar el alcance de un proyecto.....	38
Figura 2.10 Proceso de controlar el alcance de un proyecto.	39
Figura 2.11 Descripción de los procesos de la gestión del cronograma.	40
Figura 2.12 Proceso de planificar la gestión del cronograma.....	41
Figura 2.13 Proceso de definir las actividades del proyecto.	42
Figura 2.14 Proceso de secuenciar las actividades del proyecto.....	43
Figura 2.15 Proceso de estimar la duración de las actividades.....	44

Figura 2.16 Proceso de desarrollar el cronograma.	46
Figura 2.17 Proceso de controlar el cronograma.	48
Figura 2.18 Descripción de los procesos de la gestión del costo.	49
Figura 2.19 Proceso de planificar la gestión de los costos.	50
Figura 2.20 Proceso de estimar los costos.	51
Figura 2.21 Proceso de determinar el presupuesto.	52
Figura 2.22 Proceso de controlar los costos.	53
Figura 2.23 Estructura de gestión del proyecto de PRINCE2®.	55
Figura 2.24 Procesos de PRINCE2®.	57
Figura 2.25 El ojo de las competencias de IPMA.	63
Figura 3.1 Procedimiento de análisis de datos.	77
Figura 4.1 Resultados obtenidos de la situación actual.	90
Figura 5.1 Ciclo de vida de los proyectos de la Oficina de Ingeniería.	100
Figura 5.2 Proceso de la gestión del alcance.	103
Figura 5.3 Proceso propuesto para planificar la gestión del alcance.	104
Figura 5.4 Proceso propuesto de recopilar requisitos.	105
Figura 5.5 Proceso propuesto para definir el alcance.	107
Figura 5.6 Proceso propuesto para crear la EDT.	108
Figura 5.7 Proceso propuesto para validar el alcance.	109
Figura 5.8 Proceso propuesto de controlar el alcance.	111

Figura 5.9 Proceso de la gestión del cronograma de un proyecto.	112
Figura 5.10 Proceso propuesto para planificar la gestión del cronograma.....	113
Figura 5.11 Proceso propuesto para definir las actividades.....	114
Figura 5.12 Proceso propuesto de secuenciar las actividades.	115
Figura 5.13 Proceso propuesto de estimar la duración de las actividades.....	116
Figura 5.14 Proceso propuesto para desarrollar el cronograma.	117
Figura 5.15 Proceso propuesto para controlar el cronograma.	118
Figura 5.16 Proceso de la gestión de los costos de un proyecto.	119
Figura 5.17 Proceso propuesto para planificar la gestión de los costos.....	120
Figura 5.18 Proceso propuesto para estimar los costos.	122
Figura 5.19 Proceso propuesto para determinar el presupuesto del proyecto. ...	125
Figura 5.20 Proceso propuesto para controlar los costos del proyecto.....	126

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Incremento en el costo de los proyectos.	12
Tabla 1.2 Atraso en la entrega de los proyectos.	13
Tabla 3.1 Sujetos de información de la Oficina de Ingeniería del TEC.	68
Tabla 4.1 Resultados de la situación actual en gestión de proyectos.	86
Tabla 4.2 Resultados de la situación actual en gestión del alcance.....	87
Tabla 4.3 Resultados de la situación actual en gestión del cronograma.....	88
Tabla 4.4 Resultados de la situación actual en gestión del costo.	89
Tabla 5.1 Presupuesto preliminar de la implementación del modelo.	131

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1 Definiciones de variables o categorías de cada objetivo específico. ...	72
Cuadro 4.1 Resultado de revisión documental de la situación actual.	82
Cuadro 4.2 Buenas prácticas para la gestión de proyectos según el PMI.	92
Cuadro 4.3 Brechas encontradas en la gestión del alcance.	96
Cuadro 4.4 Brechas encontradas en la gestión del cronograma.....	97
Cuadro 4.5 Brechas encontradas en la gestión de los costos.....	98

LISTA DE ABREVIATURAS

AC: *Actual Cost / Costo Real.*

CAA: Centro Académico de Alajuela del Tecnológico de Costa Rica.

CAL: Centro Académico de Limón del Tecnológico de Costa Rica.

CASJ: Centro Académico de San José del Tecnológico de Costa Rica.

CFIA: Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos.

CP: *Closing a Project / Cierre del proyecto*

CS: *Controlling a Stage / Control de una fase.*

DAM: Departamento de Administración de Mantenimiento.

DATIC: Departamento de Administración de Tecnologías de Información y Comunicaciones.

DIEE: Dirección de Infraestructura y Equipamiento Educativo.

DP: *Directing a Project / Dirección del proyecto.*

EDT: Estructura de Desglose del Trabajo.

EV: *Earned Value / Valor Ganado.*

FEES: Fondo Especial para la Educación Superior.

GAPPS: *Global Alliance for Project Performance Standards / Alianza Global para Estándares de Desempeño del Proyecto.*

IACM: *International Association For Contract & Commercial Management / Asociación Internacional para Contratos y Gestión Comercial.*

ICB: *Individual Competence Baseline / línea de base de competencia individual.*

IMSA: *International Management Systems Association / Asociación Internacional de Sistemas de Gestión.*

IP: *Initiating a Project* / Inicio de un proyecto.

IPMA: *International Project Management Association* / Asociación Internacional para la Dirección de Proyectos.

ISO: *International Standardization Organization* / Organización Internacional de Estandarización.

KCIs: *Key Competence Indicators* / Indicadores clave de competencia

MEP: Ministerio de Educación Pública.

MP: *Managing Product Delivery* / Gestión de entrega de productos.

OCB: *Organisational Competence Baseline* / Línea de base de competencia organizacional.

PDM: *Precedence Diagram Method* / Método de Diagramación por Precedencia.

PMBok®: *Project Management Body of Knowledge* / Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos.

PMI®: *Project Management Institute* / Instituto de Gestión de Proyectos.

PMP: *Project Management Professional* / Profesional en Gestión de Proyectos.

PRINCE2®: *Projects In Controlled Environments* / Proyectos en Ambientes Controlados.

PV: *Planned Value* / Valor Planeado.

PYMES: Pequeñas y medianas empresas.

SB: *Managing a Stage Boundary* / Gestión del límite de fases.

SETENA: Secretaría Técnica Nacional Ambiental.

SPI: *Schedule Performance Index* / Índice de Desempeño del Cronograma

SRSC: Sede Regional San Carlos del Tecnológico de Costa Rica.

SU: *Start Up a Project* / Puesta en marcha de un proyecto.

SV: *Schedule Variance* / Variación del cronograma.

TEC: Tecnológico de Costa Rica.

VIESA: Vicerrectoría de Vida Estudiantil y Servicios Académicos.

WBS: *Work Breakdown Structure* / Estructura de Desglose del Trabajo (EDT)

RESUMEN

El Tecnológico de Costa Rica es una institución nacional autónoma de educación superior universitaria, dedicada a la docencia, la investigación y a la extensión de la tecnología y las ciencias conexas para el desarrollo de Costa Rica.

La Oficina de Ingeniería es la unidad que forma parte del Tecnológico de Costa Rica y está encargada del desarrollo del espacio físico de la institución, para lo cual maneja un plan maestro de cada una de las sedes y en función de las necesidades de la institución, realiza la planeación y desarrollo de proyectos de construcción, dentro de los que se pueden contemplar el diseño y construcción de obras nuevas o la modernización de alguna edificación o infraestructura existente.

Este departamento ha realizado importantes esfuerzos para mejorar la gestión de sus proyectos, no obstante, se detectaron desviaciones en el costo final y en el tiempo de ejecución de los proyectos con respecto a lo planeado, afectando directamente a la institución, a los usuarios y a la imagen del departamento.

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general el proponer un modelo para la gestión del alcance, gestión del costo y gestión del tiempo en los proyectos de la Oficina de Ingeniería.

Para alcanzar el objetivo general se cumplieron los siguientes objetivos específicos:

Se determinó la situación actual en función de las prácticas de gestión de proyectos, creando un diagnóstico de la gestión realizada en los proyectos culminados durante los años 2017 y 2018, en el cual se encontraron deficiencias en las áreas del alcance, tiempo y costo ubicando la gestión actual en el límite inferior de clasificación medio alto. Se efectuó una revisión de las buenas prácticas de la industria en función de las necesidades de gestión de los proyectos del Tecnológico de Costa Rica, obteniendo un marco de referencia para la comparación de la situación actual. Por medio de un análisis comparativo de las

necesidades de la Oficina de Ingeniería, se establecieron las brechas existentes entre los hallazgos de la situación actual y las buenas prácticas. Se diseñaron las herramientas y procedimientos como son diagrama de flujo de procesos, plantillas para el acta de constitución del proyecto, programa arquitectónico, registro de requerimientos, lecciones aprendidas, lista de actividades, cronograma y presupuestos; basados en el estándar de gestión de proyectos del PMI descrita en la Guía del PMBoK®, en función de los requisitos identificados para la Oficina de Ingeniería. Por último, se presentaron las acciones necesarias para la implementación del modelo propuesto, incluyendo un cronograma y un presupuesto preliminar de su puesta en marcha en el departamento.

Con este estudio se logra tanto la creación de procesos y herramientas, como también la implementación de una cultura de gestión de proyectos en los funcionarios de la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica.

Palabras Clave:

Administración de proyectos, Oficina de Ingeniería, procesos de gestión, alcance, tiempo y costos.

ABSTRACT

The Technological of Costa Rica is an autonomous national university higher education institution dedicated to teaching, research and extension of technology and related sciences for the development of Costa Rica.

The Engineering Office is the unit that is part of the Technological of Costa Rica and is in charge of the development of the physical space of the institution, for which it handles a master plan of each of the venues and according to the needs of the institution, performs the planning and development of construction projects, within which you can contemplate the design and construction of new works or the modernization of any existing building or infrastructure.

This department has made important efforts to improve the management of its projects, however, deviations were detected in the final cost and in the execution time of the projects with respect to what was planned, directly affecting the institution, the users and the image of the department.

The main objective of this research work was to propose a standardized model for the management of scope, cost management and time management in the Engineering Office projects.

To achieve the general objective, the following specific objectives were met:

The current situation was determined according to the project management practices, creating a diagnosis of the management carried out in the projects completed during the years 2017 and 2018, in which deficiencies have been found in the areas of scope, time and cost, placing the current management at the lower limit of the high medium classification. A review of the best practices of the industry was carried out according to the needs of the management of the Technological of Costa Rica projects, obtaining a frame of reference for the comparison of the current situation. Through a comparative analysis of the needs of the Engineering Office, the gaps between the findings of the current situation and best practices were established. The tools and procedures were designed, such as a process

flow diagram, templates for the constitution of the project, architectural program, registration of requirements, lessons learned, list of activities, schedule and budgets; based on the project management methodology of the PMI described in the PMBoK® Guide, based on the requirements identified for the Engineering Office. Finally, the necessary actions for the implementation of the proposed model were presented, including a schedule and a preliminary budget for its implementation in the department.

This study achieves both the creation of processes and tools, as well as the implementation of a project management culture in the public workers of the Engineering Office.

Key Words:

Project management, Engineering Office, management process, scope, time, costs.

INTRODUCCIÓN

En los proyectos realizados por la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica y culminados durante el periodo comprendido entre los años 2017 y 2018, se detectó una desviación de un 9% en el costo planificado versus el costo real; adicionalmente, los proyectos se retrasaron en un 20% del tiempo planificado versus el tiempo real.

El presente estudio se realiza para identificar las posibles causas de la problemática detectada con respecto a las variaciones en el alcance de las obras, el incremento en los costos y el atraso en la entrega de los proyectos.

En el primer capítulo se presenta un marco referencial en donde se realiza una breve reseña del Tecnológico de Costa Rica y de la Oficina de Ingeniería, departamento donde se realizó la investigación. Además, se expone la problemática detectada en la gestión de los proyectos, la justificación de esta investigación, antecedentes, objetivo general, objetivos específicos, el alcance y las limitaciones del estudio.

En el segundo capítulo se exponen los conceptos teóricos en los cuales se fundamenta y se desarrolla el presente estudio. Se presenta la teoría de gestión de proyectos, fases del ciclo de vida de un proyecto y estándares de gestión, profundizando en las áreas del alcance, tiempo y los costos de los proyectos.

En el tercer capítulo se presenta la metodología utilizada, describiendo el tipo de investigación, los sujetos y fuentes de información, variables, categorías y las técnicas de investigación utilizadas, así como el procesamiento y análisis de los datos.

En el cuarto capítulo se presentan los resultados obtenidos durante la investigación; cumpliendo con los objetivos específicos uno, dos y tres establecidos en el capítulo uno, se obtuvo un diagnóstico de la situación actual de la organización en la gestión de proyectos, se analizaron las buenas prácticas de

la industria para luego realizar un análisis comparativo; estableciendo la brecha entre la situación actual y las buenas prácticas.

El quinto capítulo propone la solución a la problemática y se diseñan los procesos y herramientas para la gestión del alcance, gestión del cronograma y gestión de los costos, con las cuales se pretende disminuir las brechas detectadas logrando el objetivo cuatro. Además, se realiza una propuesta para la implementación del modelo obtenido, analizando las consideraciones necesarias para su puesta en marcha cumpliendo con el objetivo específico cinco.

El capítulo seis muestra las conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación, de acuerdo con los resultados obtenidos y el modelo planteado como solución a la problemática detectada en la organización.

Capítulo 1 Generalidades de la investigación

En este capítulo se presenta el marco de referencia de la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica, donde se elaboró el presente estudio, así como el planteamiento del problema y la justificación. Se exponen los objetivos propuestos, los alcances de la investigación y las limitaciones encontradas.

1.1 Marco referencial

Se presenta una breve reseña del Tecnológico de Costa Rica y de la Oficina de Ingeniería, en la que se realizó el proyecto; exponiendo su creación, su filosofía medular y su estructura organizacional.

1.1.1 Tecnológico de Costa Rica.

De acuerdo con la información obtenida del sitio web de la institución (TEC, 2018), el Tecnológico de Costa Rica (TEC) es una institución nacional autónoma de educación superior universitaria, dedicada a la docencia, la investigación y a la extensión de la tecnología y las ciencias conexas para el desarrollo de Costa Rica. Fue creado mediante ley No. 4.777 del 10 de junio de 1971.

En su estructura organizativa se destacan las siguientes instancias:

- Asamblea Institucional: máxima autoridad del TEC.
- Consejo Institucional: órgano directivo superior del TEC.
- Rector: es el funcionario de más alta jerarquía ejecutiva del TEC.
- Vicerrectorías: para cumplir con sus políticas específicas, el TEC cuenta con cuatro vicerrectorías.

En la figura 1.1 se representa el organigrama con la estructura organizativa del TEC.

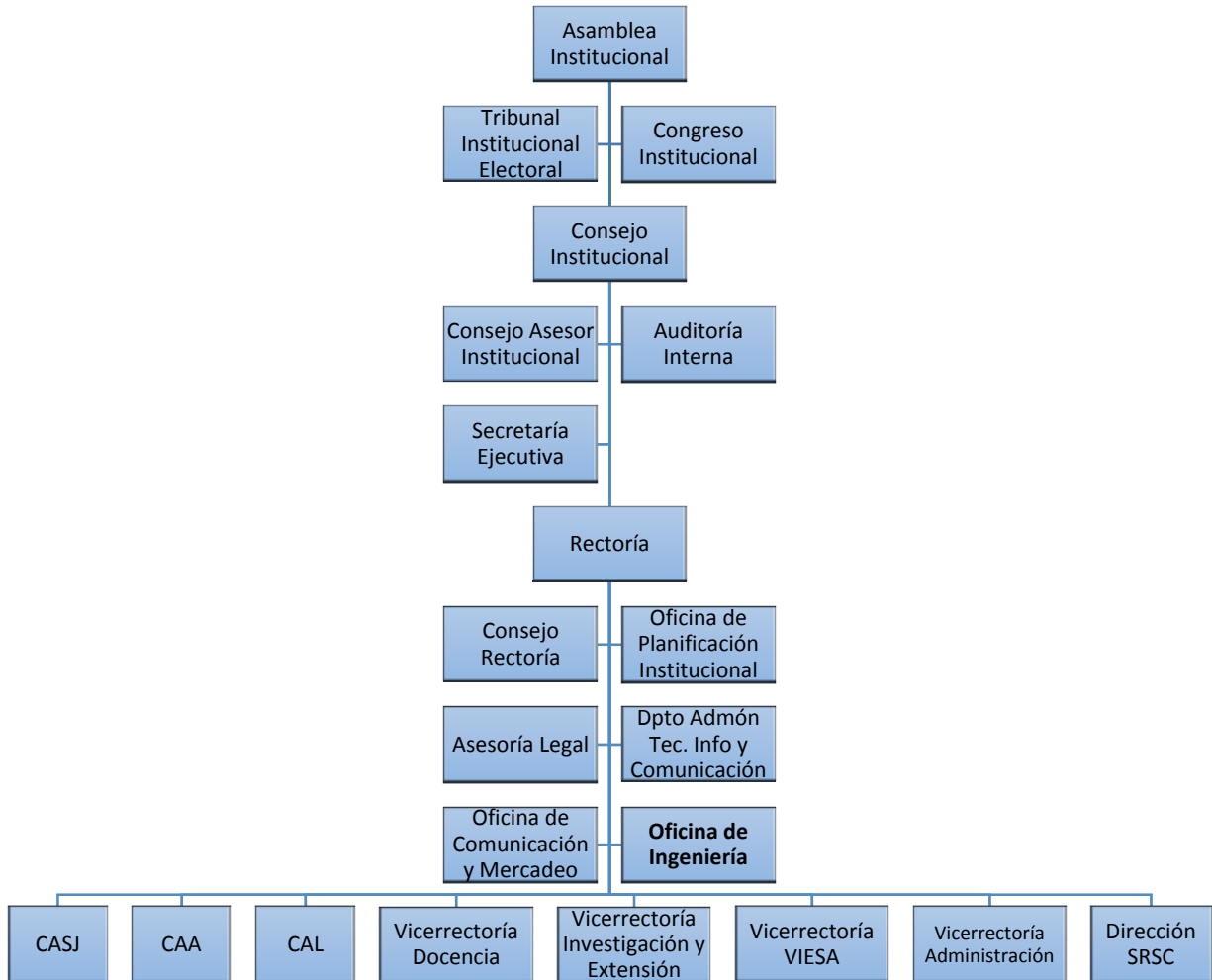


Figura 1.1 Organigrama del Tecnológico de Costa Rica.

Fuente: Elaboración propia basado en el organigrama oficial del Tecnológico de Costa Rica, 2018.

En sus comienzos, el Tecnológico de Costa Rica estuvo instalado en el Edificio Pirie (hoy Casa de la Ciudad), el cual fue donado por la Municipalidad de Cartago.

Luego se compraron las casi 100 hectáreas de terreno en las cuales se encuentra actualmente el Campus Central. En estos terrenos se construyeron los primeros edificios que albergaron a los estudiantes del TEC en esos primeros días de lecciones. Las edificaciones prefabricadas fueron donadas por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes, y diseñadas en México.

Sus precintas en la parte superior corresponden a un simbolismo indígena propio de este país, y fue propuesto por el arqueólogo cartaginés Carlos Aguilar.

Al finalizar el año 1982, el TEC pasó de tres a 16 carreras, de 87 estudiantes a 2 218, y de dos a 24 edificios (TEC, 2018).

1.1.2 Oficina de Ingeniería.

La Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica, fue creada como oficina asesora de la Rectoría, mediante el acuerdo del Consejo Institucional tomado en la sesión N° 1401, Artículo 1, inciso ch, del año 1987, para darle continuidad a la Oficina Ejecutora del TEC, a la cual le había correspondido ejecutar desde 1974 diferentes proyectos (TEC, 2018).

La Oficina de Ingeniería tiene como función principal, el manejo espacial de las diferentes sedes del Tecnológico de Costa Rica, además del planeamiento, diseño, licitación y la administración, de todos los proyectos de construcción de edificaciones de infraestructura y modernización de la planta física existente.

La participación de la Oficina a partir del periodo 2004, ha sido relevante en el desarrollo de un nuevo programa de infraestructura financiado por fondos FEES (Fondo Especial de Educación Superior) y préstamos con la Banca Nacional. Desde el año 2013 hasta la fecha, se ocupa del proyecto de mejoramiento Institucional financiado con recursos del Banco Mundial con un área de 23 730 m², el cual contempla nuevas y modernas instalaciones en las tres sedes de la Institución (Fernández Espinoza, 2011).

El reto que tiene la Oficina de Ingeniería es seguir cumpliendo con eficiencia y eficacia su objetivo principal, para adaptarse al crecimiento cuantitativo y cualitativo de la institución.

1.1.2.1 Estructura organizacional.

La Oficina de Ingeniería como departamento de ejecución especializado, depende directamente de la Rectoría e interactúa con unidades académicas y

administrativas durante sus procesos de planificación, diseño, licitación, seguimiento y control de los proyectos que se desarrollan.

El Director de la Oficina de Ingeniería participa como invitado del consejo de Rectoría y es el asesor del Rector en el tema de desarrollo de infraestructura y las edificaciones (Fernández Espinoza, 2011).

La Oficina de Ingeniería actualmente cuenta con un total de 20 colaboradores, entre los que se incluyen secretaria, dibujantes, arquitectos, ingenieros estructurales, ingenieros electromecánicos, ingenieros administradores de proyectos y el director de la oficina.

Para el desarrollo de cada proyecto, se conforma un equipo de diseño, coordinado por un ingeniero civil o de construcción, quien tiene a cargo la dirección del proceso de construcción de la obra.

El equipo de trabajo está integrado por profesionales de especialidades de ingeniería y arquitectura, según lo demande cada proyecto. La conformación básica del equipo es de un arquitecto, un ingeniero del área civil o de construcción, un ingeniero estructural, un ingeniero mecánico, un ingeniero eléctrico o un ingeniero electromecánico o de mantenimiento industrial.

Durante la fase de diseño y elaboración de planos, se cuenta con el apoyo de los dibujantes y durante la fase de ejecución, seguimiento y control de los proyectos, los coordinadores de proyecto cuentan con el apoyo de la secretaría para las tareas de documentación y facturación.

La estructura organizacional de la Oficina de Ingeniería se representa en la figura 1.2.



Figura 1.2 Organigrama de la Oficina de Ingeniería.
Fuente: Sitio web Tecnológico de Costa Rica (TEC, 2018).

En la estructura organizacional de la Oficina de Ingeniería se observa la línea de reporte de la Dirección de la oficina con la Rectoría del TEC, de acuerdo como se había mostrado en la estructura organizacional general del Tecnológico de Costa Rica.

1.1.2.2 Marco estratégico.

La filosofía medular de la Oficina de Ingeniería está compuesta por su misión, su visión, sus valores y su objetivo general.

1.1.2.2.1 Misión.

“Dotar al Instituto Tecnológico de Costa Rica, de un desarrollo físico espacial efectivo, acorde con sus necesidades de crecimiento y modernización” (TEC, 2018)

1.1.2.2.2 Visión.

“Convertirse en soporte constante y confiable de las autoridades del Instituto Tecnológico de Costa Rica, en lo que respecta al desarrollo de nuevos proyectos de edificaciones e infraestructura universitaria, así como en la modernización y ampliación del espacio físico existente” (TEC, 2018).

1.1.2.2.3 Valores.

Los valores que ha declarado la Oficina de Ingeniería son los siguientes:

- Experiencia en el desarrollo de proyectos.
- Capacidad de respuesta.
- Puntualidad.
- Destreza.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Disposición para lograr calidad y excelencia en los trabajos.
- Mejoramiento continuo en el desarrollo de cada proyecto.
- Capacidad para aplicar legislación técnica vigente en materia de diseño, construcción e inspección de proyectos.
- Disposición para mantener las condiciones adecuadas en su ambiente de trabajo.

1.1.2.2.4 Objetivo general.

Contribuir al desarrollo del Tecnológico de Costa Rica, por medio de la ejecución de nuevos proyectos de edificaciones, infraestructura y modernización del espacio físico (TEC, 2018).

1.1.2.2.5 Objetivos específicos.

- Formular el plan quinquenal de infraestructura de la institución, con base en el proceso de planificación universitaria llevado a cabo por la Oficina de Planificación Institucional.
- Formular el plan anual operativo de infraestructura, con base en las necesidades generadas por las escuelas y dependencias de la institución, así como en el plan quinquenal.
- Asesorar a las autoridades en relación con nuevos proyectos y los costos para la búsqueda y obtención de estos.

- Administrar y mantener actualizado el plan maestro de desarrollo de la infraestructura de las diferentes sedes y centros académicos de la institución.
- Diseñar e inspeccionar los nuevos proyectos de edificaciones, infraestructura, ampliación y modernización, de acuerdo con la legislación vigente en el país para proyectos de educación universitaria.

1.1.2.3 Funciones de la Oficina de Ingeniería.

La Oficina de Ingeniería es la unidad que forma parte del Tecnológico de Costa Rica y está encargada del desarrollo del espacio físico de la institución, para lo cual maneja un plan maestro de cada una de las sedes y en función de las necesidades de la institución, realiza la planeación y desarrollo de proyectos de construcción, dentro de los que se pueden contemplar el diseño y construcción de obras nuevas o la modernización de alguna edificación o infraestructura existente.

Estos proyectos van desde obras menores de bajo costo hasta edificios de varios niveles cuyas construcciones pueden alcanzar montos de varios millones de dólares.

Para cada proyecto, se crea un anteproyecto basado en los requerimientos establecidos, con la aprobación del anteproyecto, se desarrollan los planos constructivos detallados, especificaciones técnicas y cartel de licitación. Con estos documentos, se inicia un proceso de licitación pública en el que empresas constructoras, luego de analizar todos los documentos y realizar los cálculos respectivos, entregan una oferta por la construcción de las obras.

Una vez recibidas las ofertas, la Oficina de Ingeniería realiza un análisis detallado de estas y genera una recomendación técnica, para que la administración realice la adjudicación de la obra y emita la orden para que la empresa adjudicada inicie sus labores.

Durante el proceso constructivo, el equipo de trabajo de la Oficina de Ingeniería designado al proyecto, realiza el control y seguimiento de la obra

mediante inspecciones y reuniones semanales, verificando el avance, procesos constructivos, asegurando y controlando la calidad.

En la figura 1.3 se muestran las actividades fundamentales de la Oficina de Ingeniería durante las diferentes fases de los proyectos.

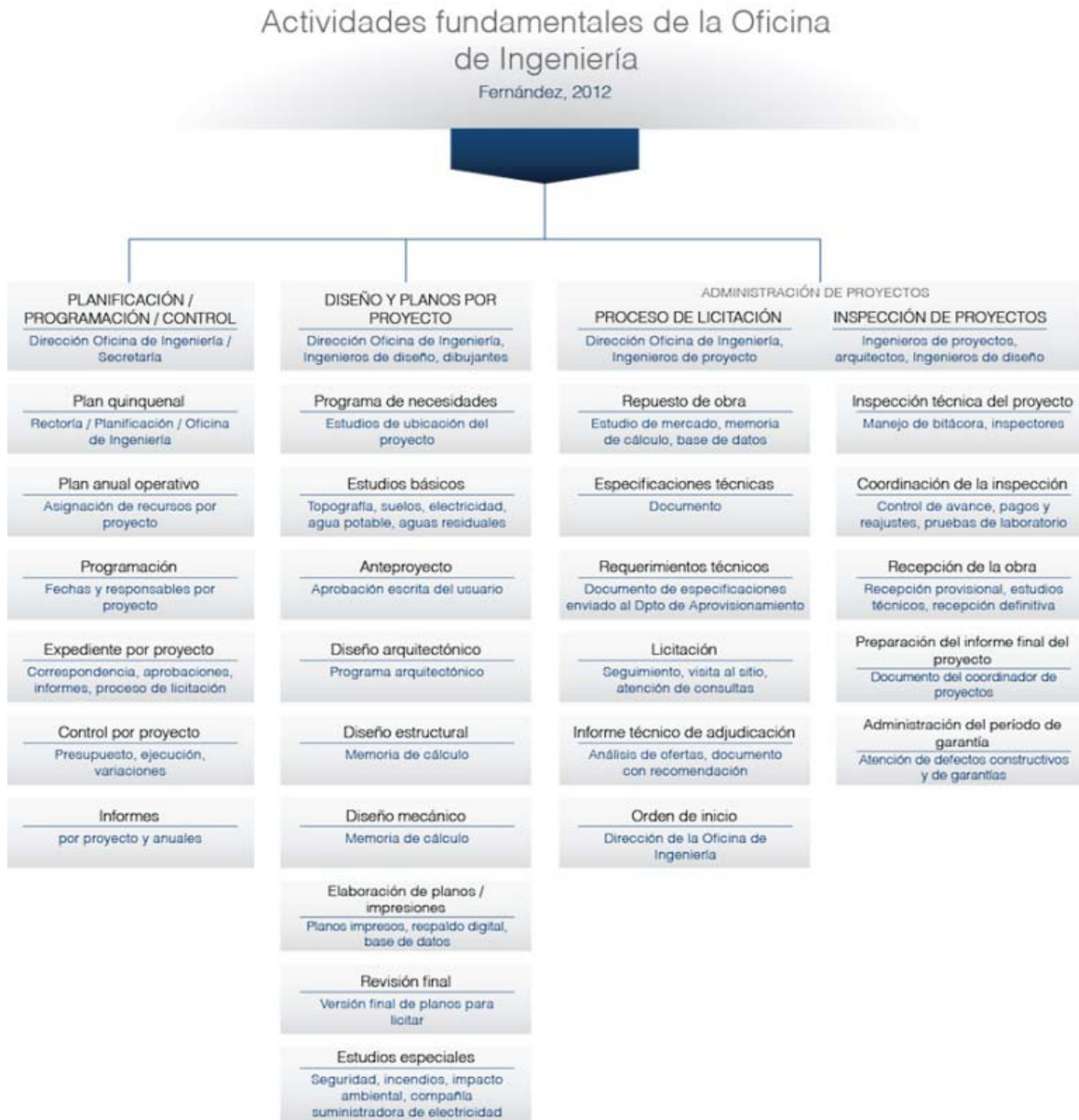


Figura 1.3 Actividades fundamentales de la Oficina de Ingeniería.
Fuente: Sitio web Tecnológico de Costa Rica (TEC, 2018).

Al finalizar la obra, se realiza el proceso de cierre mediante las actas de recepción provisional, recepción definitiva en las que se constata que la obra está terminada y que el contratista cumplió con todo lo establecido en el contrato y en los documentos de licitación.

1.2 Planteamiento del problema

En los proyectos realizados por la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica y culminados durante el periodo comprendido entre los años 2017 y 2018, se detectó una desviación de un 9% en el costo planificado versus el costo real, adicionalmente los proyectos se retrasaron en un 20% del tiempo planificado versus el tiempo real.

Se ha detectado que el plan de necesidades de los interesados no está bien definido, causando diferencias en la interpretación con el usuario de lo que está incluido y lo que no se incluye dentro del alcance del proyecto, dejando por fuera ciertas necesidades de los interesados no identificadas en la fase de diseño; por lo tanto, durante la construcción de las edificaciones se realizan órdenes de cambio para ampliar el alcance de la obra, causando directamente un incremento significativo en el costo y en el tiempo de ejecución de los proyectos.

El incremento en el costo de los proyectos impacta directamente a la institución, ya que por no contar con los recursos adicionales, se ve obligada a la búsqueda de fondos en otros proyectos, poniendo en riesgo los recursos para el buen funcionamiento y culminación de las obras.

Por otro lado, el incremento en el tiempo de la ejecución de las obras implica un atraso en la fecha de entrega de los proyectos, perjudicando directamente al usuario final, quien requiere hacer uso de las instalaciones con las condiciones óptimas para sus labores de docencia y administración.

El incremento en el plazo de los proyectos también afecta la labor del equipo de inspección, que se ve forzado a dedicar más tiempo del estimado en proyectos atrasados, lo cual implica un costo administrativo adicional y compromete el desarrollo de nuevos proyectos.

Estas variaciones en el alcance, costo y tiempo de los proyectos afectan la imagen de la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica, al no cumplir con las necesidades del usuario, tener incrementos en el costo durante la ejecución de la obra y por atrasos en la entrega de los proyectos.

1.3 Justificación del estudio

El presente estudio se realiza para identificar las posibles causas de la problemática detectada con respecto a las variaciones en el alcance de las obras, el incremento en los costos y el atraso en la entrega de los proyectos realizados por la Oficina de Ingeniería del TEC y culminados durante los años 2017 y 2018.

A continuación, se presenta el detalle de las variaciones detectadas en costo y en tiempo en cada uno de los proyectos analizados.

En la tabla 1.1 se presentan las variaciones en costo de los proyectos, indicando el costo planificado, el costo adicional y su incremento porcentual.

Tabla 1.1 Incremento en el costo de los proyectos.

PROYECTO	Costo planificado	Costo adicional	Incremento (%)
Fortalecimiento Centro Académico de San José, Edificio de Aulas y Biblioteca	₡ 1.138.000.000,00	₡ 107.414.507,81	9%
Construcción de Residencias Estudiantiles	₡ 3.018.841.440,33	₡ 252.916.522,21	8%
Núcleo de Tecnologías de comunicación y Núcleo Integrado de Seguridad Laboral	₡ 4.380.000.000,00	₡ 426.035.468,32	10%
Núcleo Integrado de Diseño Industrial	₡ 1.221.237.762,55	₡ 84.275.711,37	7%
Fortalecimiento Sede Regional San Carlos	₡ 1.430.000.000,00	₡ 71.500.000,00	5%
Edificio para ampliación de servicios bibliotecarios	₡ 1.947.780.763,00	₡ 127.982.101,51	7%
Núcleo Integrado Química - Ambiental	₡ 4.139.900.000,00	₡ 559.812.397,68	14%
Fortalecimiento Sede Regional San Carlos Investigación: Biotec - Protec	₡ 1.915.000.000,00	₡ 207.997.847,28	11%
Comedor Estudiantil	₡ 1.135.500.000,00	₡ 140.184.000,00	12%
PROMEDIO			9%

Fuente: Elaboración propia con datos de la Oficina de Ingeniería del TEC, 2018.

En esta Tabla 1.1 se observa el incremento del costo de cada uno de los proyectos, siendo el incremento mayor de un 14% con respecto al costo planificado y un promedio de 9% de incremento entre todos los proyectos.

Estos porcentajes por tratarse de obras con un costo elevado, un incremento porcentual significa una suma de dinero importante que la administración del Tecnológico de Costa Rica debe buscar en un plazo corto, ya que son recursos necesarios para cubrir dichos costos adicionales, los cuales en ocasiones ya han sido asumidos por las empresas constructoras.

En la Tabla 1.2 se observa la variación en tiempo de la ejecución de los proyectos realizados por la Oficina de Ingeniería del TEC y culminados durante los años 2017 y 2018, siendo el atraso mayor de 38% con respecto al tiempo planificado y un promedio de 20% de atraso en los proyectos.

Tabla 1.2 Atraso en la entrega de los proyectos.

PROYECTO	Tiempo planificado (días)	Atraso real (días)	Atraso real (%)
Fortalecimiento Centro Académico de San José, Edificio de Aulas y Biblioteca	457,00	173,00	38%
Construcción de Residencias Estudiantiles	456,00	117,00	26%
Núcleo de Tecnologías de comunicación y Núcleo Integrado de Seguridad Laboral	549,00	109,00	20%
Núcleo Integrado de Diseño Industrial	366,00	44,00	12%
Fortalecimiento Sede Regional San Carlos	365,00	135,00	37%
Edificio para ampliación de servicios bibliotecarios	455,00	0,00	0%
Núcleo Integrado Química - Ambiental	549,00	46,00	8%
Fortalecimiento Sede Regional San Carlos Investigación: Biotec - Protec	304,00	63,00	21%
Comedor Estudiantil	301,00	57,00	19%
PROMEDIO			20%

Fuente: Elaboración propia con datos de la Oficina de Ingeniería del TEC, 2018.

Analizando las tablas anteriores en conjunto, se detecta que el incremento en el costo no es directamente proporcional al incremento en el tiempo de los proyectos, en otras palabras, el proyecto con el costo adicional mayor no fue el proyecto que presentó el mayor atraso en el cronograma. Por lo tanto, el incremento en el costo y los atrasos en la entrega de los proyectos, se deben a factores diferentes.

Durante el desarrollo de los proyectos se realizan diferentes tipos de modificaciones en el alcance establecido, y su impacto en el costo, no necesariamente es directamente proporcional con su impacto en el cronograma. Un cambio en el alcance del proyecto puede significar un costo adicional elevado sin repercutir en el plazo de la obra, por ejemplo, la modificación en la especificación de un material por uno de mayor costo, no significa un atraso en la obra. Por otro lado, la implementación de un cambio o un imprevisto en el proyecto, puede afectar significativamente la ruta crítica del cronograma sin que el costo para la institución sea elevado, por ejemplo, atrasos debidos a incrementos en los plazos de importación de algún equipo o incluso la afectación en actividades críticas debido a un mal clima, no necesariamente significa un costo significativo para la institución.

Mediante este estudio, se busca atacar las causas y plantear las posibles soluciones; con el fin de que la gestión de los futuros proyectos se realice de una manera más eficiente, evitando atrasos y costos adicionales a los planificados, minimizando los inconvenientes de este tipo a la administración del Tecnológico de Costa Rica, para que pueda hacer una mejor distribución de los recursos y atender las diferentes necesidades de la institución.

Luego de estudiar los proyectos mencionados, se determinó que cada uno de los directores realiza la ejecución, seguimiento y control de los mismos basado en sus conocimientos y experiencias; y no bajo un modelo de gestión acorde a las expectativas y requerimientos de la organización.

Esto debido a que no se evidencia ningún registro ni uso de lecciones aprendidas, en donde se documenten las experiencias que ocasionaron los costos

adicionales durante la ejecución de las obras, lo cual provoca retrabajos por parte de los involucrados, y nada evita que se repitan los mismos errores y costos adicionales en futuros proyectos.

La situación mencionada afecta además la ejecución de la estrategia organizacional del TEC, debido a que al no poder entregar los proyectos en alcance, costo y tiempo previstos, repercute en los presupuestos y en la imagen institucional año tras año al momento de solicitar fondos gubernamentales, préstamos bancarios o incrementos en la matrícula estudiantil.

1.4 Antecedentes

La idea de realizar esta investigación, nace al observar una variación entre el costo planificado y el costo real de la construcción de las obras, de aproximadamente 9% en promedio, sabiendo que la institución tiene establecido como máximo un 5% del monto adjudicado para imprevistos de diseño o trabajos adicionales en cada uno de los proyectos. Además, se observó que las obras presentaron atrasos en la fecha de entrega de un 20%.

Al analizar estos dos aspectos, se determina que durante la etapa constructiva de los proyectos, se realizó gran cantidad de órdenes de cambio, por lo tanto, el aumento en el costo y en el tiempo está relacionado con la ampliación del alcance de las obras; y es cuando surge la necesidad de investigar detalladamente la problemática en las áreas de alcance, tiempo y costo.

Esta investigación no es la primera que se realiza en la Oficina de Ingeniería, dado que, en el año 2011 el ingeniero Luis Gerardo Mata, realizó en su proyecto para optar al grado de Máster en Gerencia de Proyectos, una guía para la administración de proyectos de construcción en la Oficina de Ingeniería del TEC. Esa investigación incluyó el procedimiento para realizar una licitación, control de la calidad en la obra, gestión de comunicaciones y requisitos de instituciones como la Contraloría General de la República. Mediante una metodología de investigación descriptiva, obtuvo los siguientes resultados: Procedimientos y herramientas de control de obra, protocolos para la comunicación entre el

contratista y la inspección y herramientas de control administrativo (Mata Mena, 2011).

Esta guía realizada por Luis Gerardo Mata tiene el fin de orientar al director de proyectos en todas las actividades que tiene que realizar durante todas las fases del ciclo de vida del proyecto, establece los roles y responsabilidades de los funcionarios de la Oficina de Ingeniería, la comunicación con las empresas contratistas y abarca de forma general las áreas del conocimiento, pero no profundiza en las áreas que forman parte del problema planteado en esta investigación, por lo tanto, este estudio no pretende sustituir el trabajo realizado anteriormente, sino que más bien se procura realizar un trabajo que complemente el anterior, mejorando los aspectos en las áreas del alcance el tiempo y el costo de los proyectos.

Gabriel Romano y Enrique Yacuzzi (2011), en su artículo Elementos de la gestión de proyectos, publicado en el año 2011, presentan los conceptos centrales de la gestión de proyectos y detallan nueve áreas del conocimiento aplicables en los proyectos, asegurando que estas áreas de conocimiento deben tratarse con el nivel de profundidad que exige cada proyecto y describen un método estructurado para potenciar la probabilidad del éxito. Dentro de las áreas de conocimiento expuestas, se encuentran las que se quieren desarrollar con profundidad en esta investigación.

Mediante el artículo “Modelo de administración de proyectos en PYMES de servicios de ingeniería”, los autores Daniel Verdugo y Eduardo Salazar (2012) desarrollaron un modelo de administración de proyectos; considerando los aspectos técnicos y teóricos de la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos PMBoK[®], comparándolos con el estándar PRINCE2[®] y se entrega una propuesta para su implementación mediante herramientas informáticas. En este artículo se exponen similitudes y diferencias de los estándares de PMBoK[®] y PRINCE2[®] aprovechables para determinar las buenas prácticas a utilizar para esta investigación, así como el aprovechamiento de herramientas informáticas.

En el artículo Principios de la gestión de proyectos, los autores Wysocki, Beck y Crane (2013), exponen la importancia de la planificación; ya que es una hoja de ruta para realizar el trabajo y es una herramienta para la toma de decisiones. Además, explican detalladamente las fases del ciclo de vida de los proyectos y sus componentes.

La autora María Leticia Leiva, en el artículo “Propuesta de pautas básicas de buenas prácticas de Vinculación Tecnológica para el mejoramiento y fortalecimiento de la gestión de la Oficina de Vinculación Tecnológica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Entre Ríos”, propone lineamientos para un sistema de buenas prácticas, mediante un recorrido de la historia, encuadre normativo, principales financiamientos, recursos y buenas prácticas para el desarrollo de la vinculación tecnológica en la Argentina, en la Universidad Nacional de Entre Ríos y en la Facultad de Ingeniería, utilizando recopilación de la documentación de los proyectos gestionados, identificación y construcción de los procedimientos y modelos de gestión de proyectos y entrevistas a informantes calificados (Leticia Leiva, 2015).

Recientemente la revista “Ingeniería y Ciencia” en el primer semestre del 2018, publicó el artículo “Identificación de factores que generan diferencias de tiempo y costos en proyectos de construcción en Colombia”, los autores Lozano, Patiño, Gómez y Torres (2018), realizaron inicialmente una revisión de la literatura y luego mediante una encuesta dirigida a profesionales especializados en proyectos de construcción en Colombia, identificaron las causas generadoras de desviaciones en tiempos y costos, teniendo como resultado que la inadecuada planeación y falta de integración entre profesionales, es uno de los factores más influyentes en la fluctuación de costos y tiempos, en este tipo de proyectos en Colombia.

1.5 Objetivos

A continuación se presenta el objetivo general y los objetivos específicos del proyecto:

1.5.1 Objetivo general.

Proponer un modelo para la gestión del alcance, gestión del costo y gestión del tiempo en los proyectos de la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica.

1.5.2 Objetivos específicos.

1. Determinar la situación actual en función de las prácticas de gestión de proyectos, para la creación de un diagnóstico en la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica.
2. Revisar las buenas prácticas de la industria en función de las necesidades de la gestión de los proyectos del Tecnológico de Costa Rica, para la obtención de un marco de referencia.
3. Establecer las brechas existentes entre los hallazgos de la situación actual y las buenas prácticas, por medio de un análisis comparativo de las necesidades de la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica.
4. Diseñar los procedimientos y herramientas basándose en un estándar de gestión de proyectos en función de los requisitos identificados para la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica.
5. Proponer las acciones necesarias de la implementación del modelo propuesto para la generación de un cronograma y un presupuesto preliminar de su puesta en marcha en la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica.

1.6 Alcance y limitaciones

A continuación, se presentan los alcances y limitaciones de este estudio:

1.6.1 Alcance.

La presente investigación se enfocó en la gestión de proyectos de construcción que desarrolla la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica, analizando las buenas prácticas de los procesos de la gestión de proyectos.

La investigación analizó los procesos relacionados con lo siguiente:

- Gestión del alcance.
- Gestión del tiempo.
- Gestión del costo.

Únicamente se analizaron estas áreas debido a que fue donde se detectaron deficiencias; por lo tanto, el interés de la Dirección de la Oficina de Ingeniería es mejorar la gestión en alcance, tiempo y costo.

El estudio se centró en el área de administración de proyectos de la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica ubicada en la Sede Central de Cartago, analizando la labor específica de los directores de proyectos, quienes se encargaron de la gestión de los proyectos de la unidad, en el año 2018.

Los principales entregables obtenidos fueron los siguientes:

- Un diagnóstico de la situación actual.
- Lista de las buenas prácticas.
- Procesos y herramientas que podrían resolver los problemas de la gestión del alcance, tiempo y costo.
- Acciones necesarias para la implementación del modelo.
- Cronograma para la implementación del modelo propuesto.
- Estimación presupuestal para la implementación.

Dentro de esta investigación, no se realizó ningún tipo de análisis de la labor de otros colaboradores como dibujantes, arquitectos, ni de los ingenieros del área estructural o electromecánica.

No se realizaron cambios en la organización, estructura organizacional, roles o responsabilidades establecidos en la Oficina de Ingeniería debido a que no se detectaron deficiencias en estas áreas.

No fue parte de la investigación, analizar otras áreas de conocimiento diferentes a las mencionadas en este apartado, debido a que luego de la implementación de la guía realizada por el ingeniero Mata Mena en el año 2011, únicamente se han detectado deficiencias en las áreas de alcance, tiempo y costo.

La implementación del modelo propuesto no fue parte del alcance de esta investigación, esto debido a que el presente proyecto es una propuesta de un modelo a utilizar, cuya ejecución por sí misma es un proceso laborioso que requiere un plazo considerable para realizarse. Por otro lado, antes de iniciar su puesta en marcha debe cumplir un proceso de revisión y aprobación por parte de las autoridades del Tecnológico de Costa Rica, quedando sujeta a cambios y ajustes, extendiendo su plazo por un periodo mayor al destinado para la realización de esta investigación. Por tanto, se presentó solamente una propuesta para el cronograma y un presupuesto preliminar de las principales actividades identificadas.

1.6.2 Limitaciones.

Durante el desarrollo de la investigación se presentaron las siguientes limitaciones que atentaron contra el logro de los objetivos:

- Los procesos de gestión realizados en los proyectos no siempre se registraron o documentaron en los archivos respectivos, por lo tanto en algunos casos no existe evidencia del proceso ejecutado.
- La falta de capacitación en gestión de los proyectos de algunos sujetos de información, produjo confusión en los conceptos y en los procesos realizados por la organización.
- Las empresas contratistas en su oferta realizan un presupuesto y un programa de la obra, lo cual crea confusión sobre la gestión del cronograma y la gestión de los costos del proyecto que debe realizar la Oficina de Ingeniería, considerando todas las fases y no solo la ejecución del producto del proyecto.

Capítulo 2 Marco teórico

En el presente capítulo se exponen los conceptos teóricos en los cuales se fundamenta y se desarrolla este estudio. Así mismo se presentan los conceptos básicos de la teoría de gestión de proyectos, iniciando por la definición de proyecto siendo el elemento principal del estudio, se explican las fases del ciclo de vida de un proyecto y fundamentos de la dirección de proyectos para profundizar en la gestión del alcance, gestión del tiempo y la gestión del costo en estos.

Una vez estudiados estos conceptos, se investiga sobre los estándares de gestión de proyectos existentes en el mercado; realizando una comparación de estas y por último, se determinan las buenas prácticas identificadas en la industria para la gestión de proyectos.

2.1 Gestión de proyectos

Una definición de gestión de proyectos, según Romano y Yacuzzi (2011) es: “La gestión de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas en el marco de un proyecto con el objetivo de aumentar las probabilidades de obtener un resultado favorable”. (pág. 3)

A continuación, se presentan los conceptos básicos de la teoría de la gestión de proyectos:

2.1.1 Definición de proyecto.

Según la definición presentada en la guía del PMBoK® del *Project Management Institute* (PMI, 2017): “Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único”. La naturaleza temporal de los proyectos implica que un proyecto tiene un principio y un final definidos. El final se alcanza cuando se logran los objetivos del proyecto, cuando se termina el proyecto porque sus objetivos no se cumplirán o no pueden ser cumplidos, o cuando ya no existe la necesidad que dio origen a este.

La cualidad temporal se refiere a la realización del proyecto en sí y no se aplica para el producto o servicio resultado del proyecto, generalmente los resultados de estos son duraderos, en el caso de proyectos de construcción, el producto final es una edificación, la cual se espera que perdure por muchos años.

Cada proyecto es único y en el caso de los proyectos de construcción, cada obra es única y diferente a las demás, sin importar que se utilicen los mismos materiales, o incluso que el personal que realiza la obra sea el mismo, cada obra tiene su propia ubicación con sus condiciones particulares de terreno, se enfrenta a retos diferentes, en un tiempo específico, con un diseño diferente, interesados particulares y es afectado por situaciones especiales que provocan que cada proyecto sea único.

Por otro lado, en el libro Preparación y Evaluación de proyectos, los autores Sapag, Sapag y Sapag (2014), definen un proyecto como la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendiente a resolver, entre tantos, una necesidad humana; de esta manera el proyecto surge como una idea que busca solucionar un problema o una necesidad, por lo tanto el desarrollo del proyecto debe tener su objetivo claro de satisfacer las necesidades y razones para las cuales fue creado. En los proyectos de construcción que desarrolla el TEC, el producto final, es decir la obra, debe satisfacer las necesidades de la institución y del usuario final que la utilice.

2.1.2 Ciclo de vida de un proyecto.

Los proyectos tienen un inicio y un fin muy bien definidos que están relacionados con la aceptación o aprobación de los interesados. Durante ese periodo de desarrollo del proyecto se identifican varias fases, las cuales componen su ciclo de vida. Estas fases varían de acuerdo con cada proyecto en particular.

De acuerdo con Wysocki, Beck y Crane (2013), el ciclo de vida de un proyecto contempla principalmente las fases de definición, planificación, ejecución y cierre.

Por su lado, el PMI (2017) indica que las fases de un proyecto pueden ser secuenciales, iterativas o superpuestas. Además de la cantidad de fases, su nombre y duración se determinan en función de las necesidades de gestión, control de la naturaleza del proyecto y su área de aplicación. Así mismo, presenta la estructura de ciclo de vida típica de un proyecto, la cual se muestra en la figura 2.1.

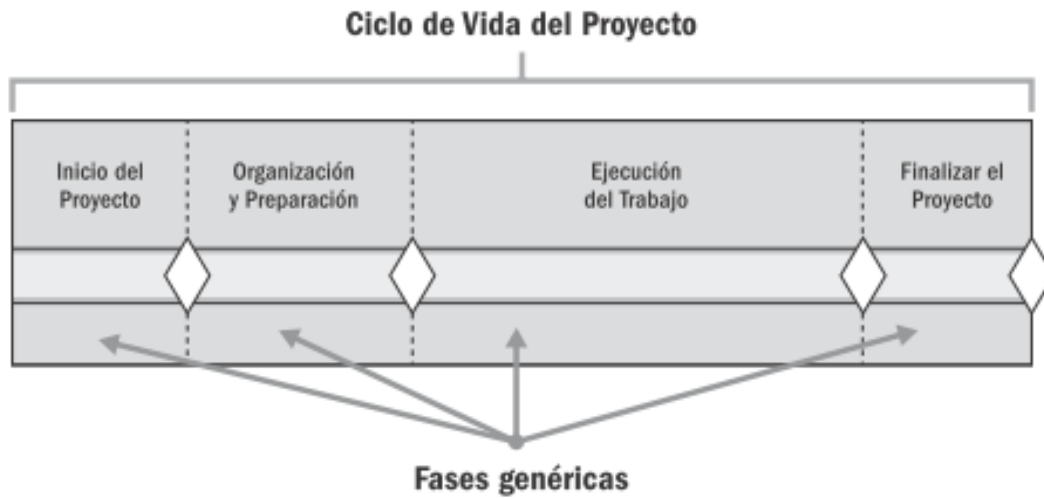


Figura 2.1 Ciclo de vida típico de un proyecto.

Fuente: Guía del PMBoK® (PMI, 2017).

Como se indicó anteriormente, según el autor y de acuerdo con los proyectos en sí, las fases del ciclo de vida de un proyecto pueden variar en cantidad, nombre y duración, pero a continuación se presenta una descripción de las principales fases que se pueden distinguir en un proyecto.

2.1.2.1 Inicio.

Según Romano *et al.* (2011), el origen de los proyectos puede generarse como resultado de diferentes razones, entre las que están las siguientes: una demanda específica del mercado, una necesidad de la organización, un requisito legal, una solicitud de un cliente o un avance tecnológico que represente un cambio en la organización.

El inicio del proyecto es una etapa fundamental en el ciclo de vida, ya que en esta fase preliminar el director del proyecto en conjunto con el cliente o solicitante, definen las bases del alcance del proyecto, definiendo el problema a solucionar o la necesidad que se desea satisfacer, el objetivo que se desea alcanzar con el proyecto, las limitaciones que se deben considerar. La definición clara de esta información por parte de los interesados, es muy importante para establecer el alcance del proyecto y poder determinar en la etapa del cierre si el proyecto ha tenido éxito.

2.1.2.2 Planeación.

Durante la fase de planeación se establecen las tareas que hay que hacer, la importancia de estas y se definirán los encargados y recursos para cada una de estas actividades. Así mismo, se debe establecer los criterios que deben cumplirse para que cada una de las tareas se acepte como completa y recibida a satisfacción.

Wysocki *et al.* (2013) afirman que *“El plan del proyecto es indispensable. No solo es una hoja de ruta de cómo se realiza el trabajo, sino que también es una herramienta para la toma de decisiones”*.

La planeación de la obra permite considerar todos los elementos necesarios para realizar cada actividad y analizar cuáles pueden ser los posibles resultados para poder realizar las correcciones necesarias en la marcha. De esta manera se pueden prever las situaciones que se puedan presentar y tomar las medidas necesarias para reducir la probabilidad de que se presenten situaciones no deseadas con efectos negativos.

La planeación ayuda a definir con mejor detalle el alcance de la obra, que se debe considerar para alcanzar las metas y objetivos del proyecto.

Realizando el plan del proyecto, se definen los recursos necesarios y se realiza la programación del trabajo de acuerdo con la disponibilidad de los recursos y la correlación de cada una de las actividades, buscando mejorar la

eficiencia maximizando el uso de los recursos y completando el trabajo en menos tiempo.

2.1.2.3 Ejecución.

La fase de ejecución, es el periodo durante el cual se implementa el plan, se realizan las contrataciones necesarias, se administran los contratos, se manejan comunicaciones entre los interesados, se ejecutan las acciones requeridas y se obtienen los resultados reales que se planificaron en las fases iniciales del proyecto.

Durante la ejecución del proyecto se realizan el monitoreo y control de cada una de las actividades que se desarrollan en el proyecto, comparando lo ejecutado realmente contra lo que se tenía previsto ejecutar de acuerdo con el plan, esta comparación es vital para la toma de decisiones sobre la marcha para acordar acciones correctivas y seguir con la ejecución del proyecto.

Durante la ejecución se pueden presentar modificaciones que se deben gestionar mediante solicitudes de cambio debidamente documentadas y aprobadas.

2.1.2.4 Cierre.

La fase del cierre de un proyecto, es el acto formal para señalar la finalización de los procesos del proyecto y realizar la entrega de los resultados al cliente. En esta fase se deben documentar los resultados finales, cambios realizados, realización de las pruebas pertinentes para verificar el cumplimiento de cada uno de los entregables establecidos, el cumplimiento del plan original y las lecciones aprendidas o recomendaciones a utilizar en proyectos futuros.

2.1.3 Administración de proyectos.

Para Gido y Clements (1999), la administración de proyectos incluye primero establecer un plan y después llevar a cabo ese plan, para lograr el objetivo del proyecto. El esfuerzo principal en la administración de un proyecto

tiene que estar centrado en establecer una línea base, que proporcione un plan de ruta para indicar cómo se logrará el alcance del proyecto a tiempo y dentro del presupuesto.

Para lograr esto, se establecen los siguientes pasos:

1. Definir con claridad el objetivo del proyecto.
2. Dividir y subdividir el objetivo del proyecto en paquetes de trabajo, creando una Estructura de Desglose del Trabajo (EDT).
3. Definir las actividades específicas que son necesarias para cada paquete de trabajo.
4. Presentar gráficamente un diagrama de red con el orden necesario y las interdependencias de las actividades para lograr el objetivo del proyecto.
5. Hacer la estimación de la duración y recursos necesarios de cada actividad.
6. Estimación de los costos de cada actividad.
7. Establecer un plan de línea base realista.

De esta manera se determina el alcance de lo que se debe realizar, los responsables para hacerlo, el plazo para hacerlo y su costo.

Establecer un plan con estos parámetros bien definidos es vital para alcanzar el éxito de cualquier proyecto, durante su ejecución la administración del proyecto incluye supervisar el avance de este verificando el cumplimiento real del plan y realizando los ajustes que sean necesarios.

Por otro lado, Romano y Yacuzzi (2011) mencionan que desde un punto de vista general, todo proyecto se ve limitado por una triple restricción que se compone de tiempo, costo y alcance. El tiempo en un proyecto representa su duración; el costo, el valor económico que se debe erogar por los recursos necesarios; y, el alcance, representa su objetivo final. A esta triple restricción se pueden agregar también la calidad, que es el grado en el que el entregable final del proyecto cumple con los requisitos planteados (especificaciones), el riesgo que representa a la sumatoria de eventos que pueden impactar positiva o

negativamente en el éxito del proyecto y la satisfacción del cliente, entendida como el nivel de cumplimiento de sus expectativas.

Cada vez que alguno de los componentes de esta restricción se modifique, se deberá evaluar el impacto sobre el resto.

2.2 Estándares de gestión de proyectos

Un estándar propone una serie de métodos, herramientas y procesos para alcanzar un objetivo específico, obtenidos mediante una investigación científica.

Entre los estándares de gestión de proyectos más reconocidos a nivel mundial se pueden mencionar los siguientes:

- La guía del PMBoK® del *Project Management Institute* (PMI®).
- PRINCE2 del *Project In Controlled Environments* (PRINCE®)
- *International Project Management Association* (IPMA®).

Estos estándares se basan en ciertos procesos, herramientas y técnicas, con el objetivo de proporcionar una serie de conocimientos al director del proyecto para que su gestión de los proyectos sea más eficiente.

A continuación se presentan cada uno de estos cuerpos de conocimiento:

2.2.1 Project Management Institute (PMI®).

El *Project Management Institute* (PMI®) es una de las asociaciones profesionales de miembros más grandes del mundo, que cuenta con medio millón de miembros e individuos titulares de sus certificaciones en 180 países, se fundó en el año 1969 y su oficina central se encuentra en Newtown Square, Filadelfia, en Pensilvania (Estados Unidos). Es una organización sin fines de lucro que avanza la profesión de la dirección de proyectos a través de estándares y certificaciones reconocidas mundialmente, a través de comunidades de colaboración, de un extenso programa de investigación y de oportunidades de desarrollo profesional.

El PMI ofrece una serie de certificaciones que reconocen el conocimiento y la competencia, incluyendo la certificación del Profesional en Dirección de Proyectos (PMP®) que cuenta con más de 370.000 titulares alrededor del mundo.

El PMI® promociona, a nivel mundial, las buenas prácticas para la gestión de los proyectos a través de la educación e investigación, mediante estándares proporcionados en la guía del PMBOK®.

2.2.1.1 Grupos de procesos.

La guía del PMBoK® detalla cinco grupos de procesos de la dirección de proyectos, en los cuales reúne de una manera lógica los procesos de la dirección de proyectos para alcanzar los objetivos específicos del plan, estos grupos de procesos son independientes de las fases del proyecto (PMI, 2017).

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

En la figura 2.2 se muestra cómo los grupos de procesos pueden superponerse durante un proyecto.

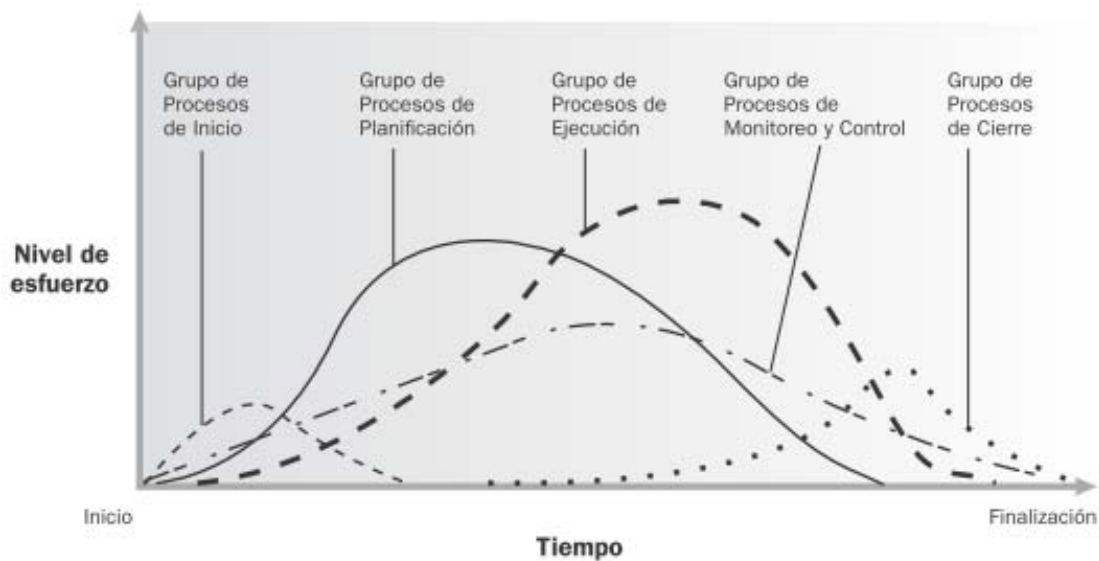


Figura 2.2 Grupos de procesos del PMBoK® en un proyecto o fase.

Fuente: Guía del PMBoK® (PMI, 2017).

Estos grupos de procesos no son fases del proyecto, sino que los procesos interactúan dentro de cada fase (PMI, 2017).

2.2.1.2 Áreas de conocimiento

Además de los Grupos de Procesos, los procesos también se categorizan por Áreas de Conocimiento. Un Área de Conocimiento es un área identificada de la dirección de proyectos definida por sus requisitos de conocimientos y que se describe en términos de los procesos, prácticas, entradas, salidas, herramientas y técnicas que la componen. En la guía del PMBoK® se explican las siguientes diez áreas del conocimiento (PMI, 2017).

- **Gestión de la Integración del Proyecto:** Incluye los procesos y actividades para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de dirección del proyecto dentro de los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos.
- **Gestión del Alcance del Proyecto:** Incluye los procesos requeridos para garantizar que el proyecto incluye todo el trabajo requerido y únicamente el trabajo requerido para completarlo con éxito.

- **Gestión del Cronograma del Proyecto:** Incluye los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto a tiempo.
- **Gestión de los Costos del Proyecto:** Incluye los procesos involucrados en planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.
- **Gestión de la Calidad del Proyecto:** Incluye los procesos para incorporar la política de calidad de la organización en cuanto a la planificación, gestión y control de los requisitos de calidad del proyecto y el producto, a fin de satisfacer las expectativas de los interesados.
- **Gestión de los Recursos del Proyecto:** Incluye los procesos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión exitosa del proyecto.
- **Gestión de las Comunicaciones del Proyecto:** Incluye los procesos requeridos para garantizar que la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y disposición final de la información sean oportunos y adecuados.
- **Gestión de los Riesgos del Proyecto:** Incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión, identificación, análisis, planificación de respuesta, implementación de respuesta y monitoreo de los riesgos.
- **Gestión de las Adquisiciones del Proyecto:** Incluye los procesos necesarios para la compra o adquisición de los productos, servicios o resultados requeridos por fuera del equipo del proyecto.
- **Gestión de los Interesados del Proyecto:** Incluye los procesos requeridos para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto, para analizar las expectativas de los interesados y su impacto en el proyecto, y para desarrollar estrategias de gestión adecuadas a fin de lograr la participación eficaz de los interesados en las decisiones y en la ejecución del proyecto.

En la figura 2.3 se muestra la correspondencia entre los grupos de procesos y las áreas de conocimiento, según la guía del PMBoK® (2017).

Áreas de Conocimiento	Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos				
	Grupo de Procesos de Inicio	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Monitoreo y Control	Grupo de Procesos de Cierre
4. Gestión de la Integración del Proyecto	4.1 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto	4.2 Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto	4.3 Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto 4.4 Gestionar el Conocimiento del Proyecto	4.5 Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto 4.6 Realizar el Control Integrado de Cambios	4.7 Cerrar el Proyecto o Fase
5. Gestión del Alcance del Proyecto		5.1 Planificar la Gestión del Alcance 5.2 Recopilar Requisitos 5.3 Definir el Alcance 5.4 Crear la EDT/WBS		5.5 Validar el Alcance 5.6 Controlar el Alcance	
6. Gestión del Cronograma del Proyecto		6.1 Planificar la Gestión del Cronograma 6.2 Definir las Actividades 6.3 Secuenciar las Actividades 6.4 Estimar la Duración de las Actividades 6.5 Desarrollar el Cronograma		6.6 Controlar el Cronograma	
7. Gestión de los Costos del Proyecto		7.1 Planificar la Gestión de los Costos 7.2 Estimar los Costos 7.3 Determinar el Presupuesto		7.4 Controlar los Costos	
8. Gestión de la Calidad del Proyecto		8.1 Planificar la Gestión de la Calidad	8.2 Gestionar la Calidad	8.3 Controlar la Calidad	
9. Gestión de los Recursos del Proyecto		9.1 Planificar la Gestión de Recursos 9.2 Estimar los Recursos de las Actividades	9.3 Adquirir Recursos 9.4 Desarrollar el Equipo 9.5 Dirigir al Equipo	9.6 Controlar los Recursos	
10. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto		10.1 Planificar la Gestión de las Comunicaciones	10.2 Gestionar las Comunicaciones	10.3 Monitorear las Comunicaciones	
11. Gestión de los Riesgos del Proyecto		11.1 Planificar la Gestión de los Riesgos 11.2 Identificar los Riesgos 11.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos 11.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos 11.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos	11.6 Implementar la Respuesta a los Riesgos	11.7 Monitorear los Riesgos	
12. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto		12.1 Planificar la Gestión de las Adquisiciones	12.2 Efectuar las Adquisiciones	12.3 Controlar las Adquisiciones	
13. Gestión de los Interesados del Proyecto	13.1 Identificar a los Interesados	13.2 Planificar el Involucramiento de los Interesados	13.3 Gestionar la Participación de los Interesados	13.4 Monitorear el Involucramiento de los Interesados	

Figura 2.3 Procesos y áreas de conocimiento del PMBoK®.

Fuente: Guía del PMBoK® (PMI, 2017).

Cada proyecto puede requerir una o más áreas de conocimiento de acuerdo con sus características propias. Para cumplir con los objetivos de esta investigación, se describen con mayor detalle las áreas de conocimiento correspondientes a la gestión del alcance, gestión del tiempo y gestión del costo que se explican a continuación:

2.2.1.3 Gestión del alcance.

Según el PMI (2017), la gestión del alcance de un proyecto incluye los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido, y únicamente el trabajo requerido, para completar el proyecto con éxito. Gestionar el alcance del proyecto se enfoca primordialmente en definir y controlar qué se incluye y qué no se incluye en el proyecto.

La gestión del alcance contempla los siguientes seis procesos:

1. Planificar la gestión del alcance.
2. Recopilar requisitos.
3. Definir el alcance.
4. Crear la EDT / WBS.
5. Validar el alcance.
6. Controlar el alcance.

En la figura 2.4 se muestra la descripción general de los procesos de la gestión del alcance de un proyecto en la que se presentan las entradas, herramientas, técnicas y salidas de cada uno de los procesos.

Seguidamente se detalla cada uno de los procesos de la gestión del alcance.



Figura 2.4 Descripción de los procesos de la gestión del alcance.

Fuente: Guía del PMBoK® (PMI, 2017).

2.2.1.3.1 Planificar la gestión del alcance.

Es el proceso de crear un plan de gestión del alcance que documente cómo se va a definir, validar y controlar el alcance del proyecto y del producto. Este proceso proporciona una guía y dirección sobre cómo se gestionará el alcance a lo largo del proyecto (PMI, 2017).

El desarrollo del plan de gestión del alcance inicia con el análisis de la información obtenida del acta de constitución del proyecto, el plan para la dirección del proyecto, información histórica contenida en los activos de los procesos de la organización y en cualquier factor ambiental relevante en la empresa.

El Acta de Constitución del Proyecto es un documento emitido por el iniciador del proyecto o patrocinador, que autoriza formalmente la existencia de un proyecto y confiere al director del proyecto la autoridad para aplicar los recursos de la organización a las actividades del proyecto. Documenta la información de alto nivel acerca del proyecto y del producto, servicio o resultado que el proyecto pretende satisfacer. (PMI, 2017, pág. 81)

En la figura 2.5 se muestran las entradas, herramientas, técnicas y salidas del proceso de Planificar la gestión del alcance.

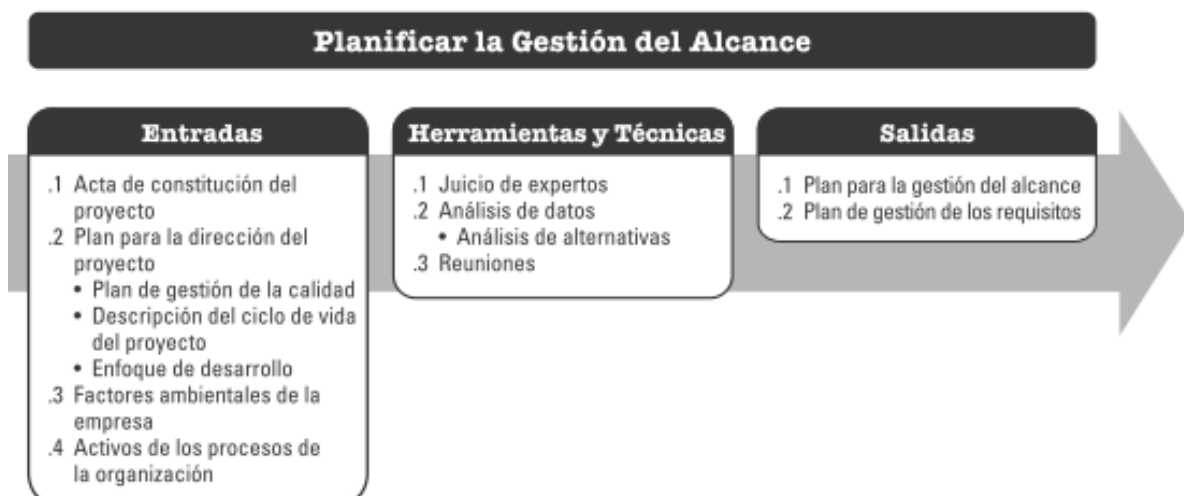


Figura 2.5 Proceso de planificar la gestión del alcance.

Fuente: Guía del PMBoK® (PMI, 2017).

2.2.1.3.2 Recopilar requisitos.

Es el proceso de determinar, documentar y gestionar las necesidades y los requisitos de los interesados para cumplir con los objetivos del proyecto. Este proceso proporciona la base para definir el alcance del producto y el alcance del proyecto (PMI, 2017).

En la figura 2.6 se muestran las entradas, herramientas, técnicas y salidas del proceso de recopilar requisitos.

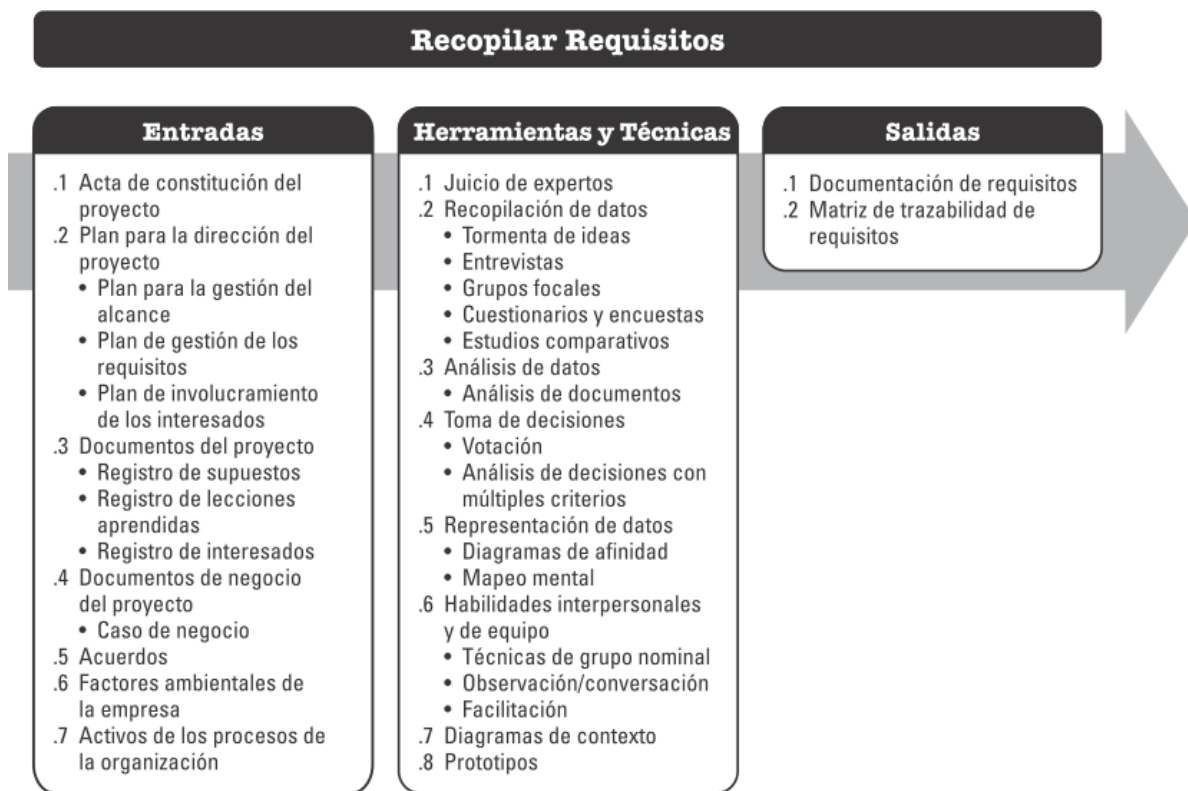


Figura 2.6 Proceso de recopilar requisitos.

Fuente: Guía del PMBoK® (PMI, 2017).

Según la Guía del PMBoK® (PMI, 2017), el éxito del proyecto depende directamente de la participación de los interesados en la descomposición de las necesidades en requisitos del proyecto y del producto, así como, del cuidado que se tenga al determinar, documentar y gestionar los requisitos del producto o servicio del proyecto. Estos requisitos contemplan las necesidades y expectativas de los interesados y se deben recopilar, analizar y registrar con un nivel de detalle

suficiente para que permita incluirlos en la línea base del alcance y medirlos una vez que inicie el proyecto.

2.2.1.3.3 Definir el alcance.

Es el proceso que consiste en desarrollar una descripción detallada del proyecto y del producto. En este proceso se describen los límites del producto, servicio o resultado y los criterios de aceptación de este (PMI, 2017).

En la figura 2.7 se muestra el proceso de definir el alcance.

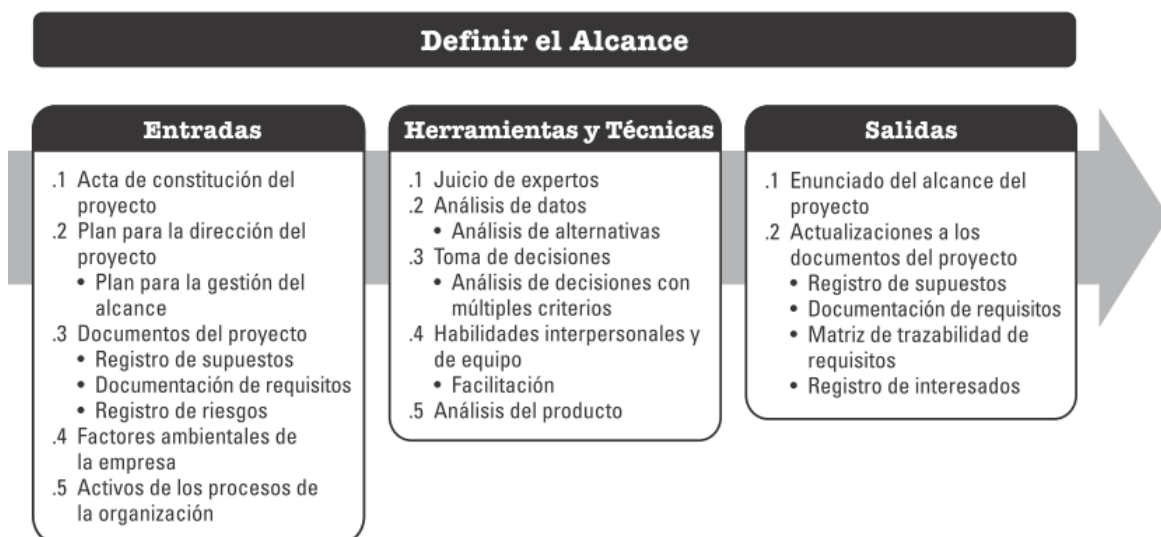


Figura 2.7 Proceso de definir el alcance.

Fuente: Guía del PMBoK® (PMI, 2017).

Según la Guía del PMBoK® (PMI, 2017), el alcance del proyecto se define durante la planificación del proyecto y se describe de manera más específica conforme se va recopilando más información acerca del proyecto. Los riesgos, los supuestos y las restricciones existentes se analizan para verificar que estén completos y se actualizan o se incorporan nuevos, según sea necesario.

2.2.1.3.4 Crear la EDT / WBS.

Es el proceso de subdividir los entregables del proyecto y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y fáciles de manejar. Este proceso proporciona un marco de referencia de lo que se debe entregar (PMI, 2017).

La EDT o Estructura de Desglose del Trabajo, también conocida como WBS por sus siglas en inglés (*Work Breakdown Structure*), es una descomposición jerárquica del alcance total del trabajo a realizar para cumplir con los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos. La EDT organiza y define el alcance total del plan y representa el trabajo especificado en el enunciado del alcance del proyecto aprobado y vigente. En el contexto de la EDT, el trabajo se refiere a los productos o entregables del trabajo que son el resultado de la actividad realizada y no a la actividad en sí misma (PMI, 2017).

En la figura 2.8 se muestra el proceso de crear la EDT de un proyecto.

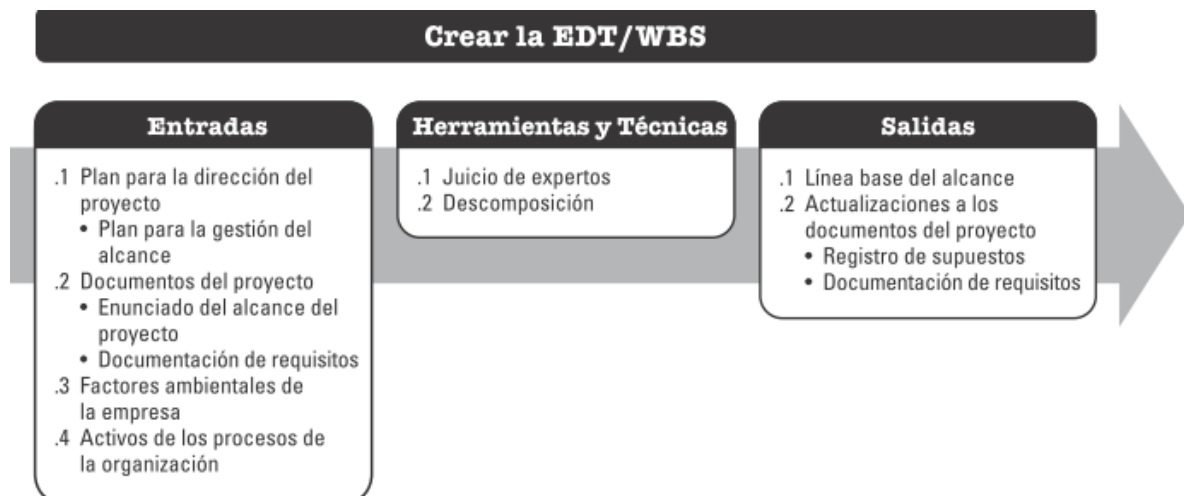


Figura 2.8 Proceso de crear la EDT / WBS.

Fuente: Guía del PMBoK® (PMI, 2017).

Como principal salida se obtiene la línea base del alcance, que es según la Guía del PMBoK® (PMI, 2017), la versión aprobada de un enunciado del alcance, la EDT y el diccionario de la EDT, que solo se puede modificar a través de procedimientos formales de control de cambios y que se utiliza como base de comparación.

2.2.1.3.5 Validar el alcance.

Es el proceso de formalizar la aceptación de los entregables del proyecto que se hayan completado. Este proceso aporta objetividad a la aceptación y aumenta la probabilidad de que el resultado final sea aceptado mediante la

validación de cada entregable. Este proceso se lleva a cabo periódicamente, según sea necesario, a lo largo del proyecto (PMI, 2017).

En la figura 2.9 se muestra el proceso de validar el alcance.

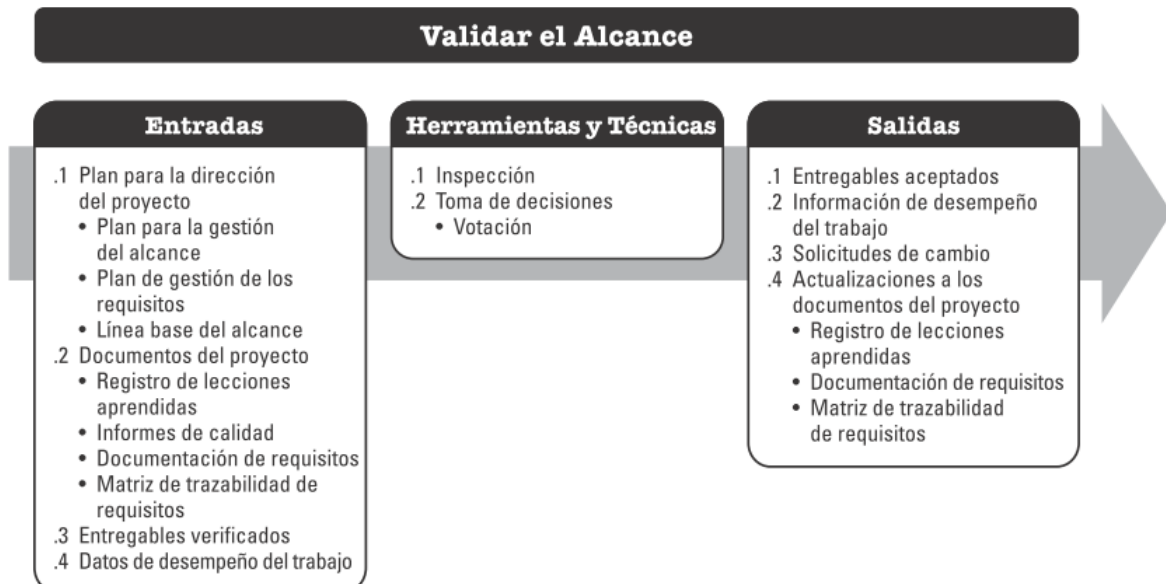


Figura 2.9 Proceso de validar el alcance de un proyecto.

Fuente: Guía del PMBoK® (PMI, 2017).

Las salidas obtenidas de los procesos anteriores constituyen la base para realizar la validación y aceptación final de los entregables.

2.2.1.3.6 Controlar el alcance.

Es el proceso en el cual se monitorea el estado del alcance del proyecto y del producto, y se gestionan cambios a la línea base de este. En este proceso la línea base del alcance se mantiene a lo largo del proyecto (PMI, 2017).

De acuerdo con la Guía del PMBoK® (PMI, 2017), El control del alcance del proyecto asegura que todos los cambios solicitados se procesen a través del proceso de control integrado de cambios. La variación incontrolada del alcance del producto o del proyecto sin ajustes en el tiempo, costo y recursos, se denomina corrupción o deslizamiento del alcance. Los cambios en los proyectos son inevitables, por lo tanto, es necesario y obligatorio para todo proyecto, contar con algún tipo de proceso de control de cambios.

En la figura 2.10 se muestra el proceso de controlar el alcance del proyecto.

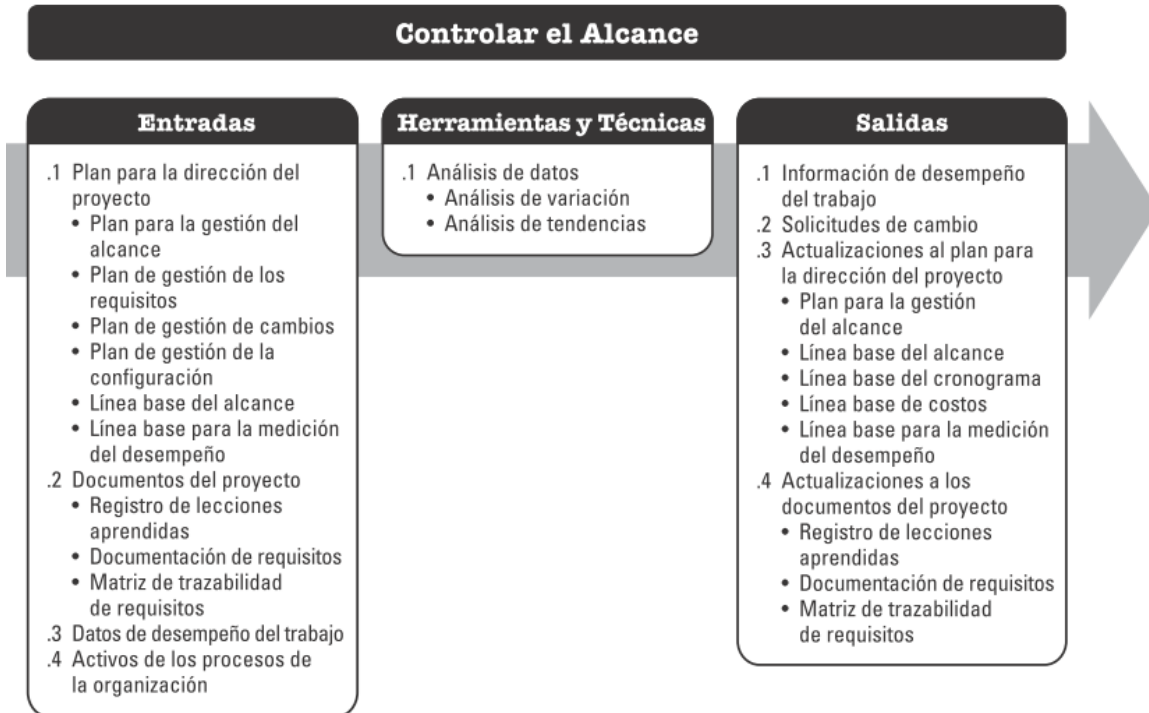


Figura 2.10 Proceso de controlar el alcance de un proyecto.

Fuente: Guía del PMBoK® (PMI, 2017).

2.2.1.4 Gestión del cronograma del proyecto.

Según el PMI (2017), la gestión del cronograma del proyecto, o gestión del tiempo, incluye los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto a tiempo. La gestión del cronograma contempla los siguientes seis procesos:

1. Planificar la gestión del cronograma.
2. Definir las actividades.
3. Secuenciar las actividades.
4. Estimar la duración de las actividades.
5. Desarrollar el cronograma.
6. Controlar el cronograma.

En la figura 2.11 se muestra la descripción general de los procesos de la gestión del cronograma de un proyecto en la que se presentan las entradas, herramientas, técnicas y salidas de cada uno de los procesos.

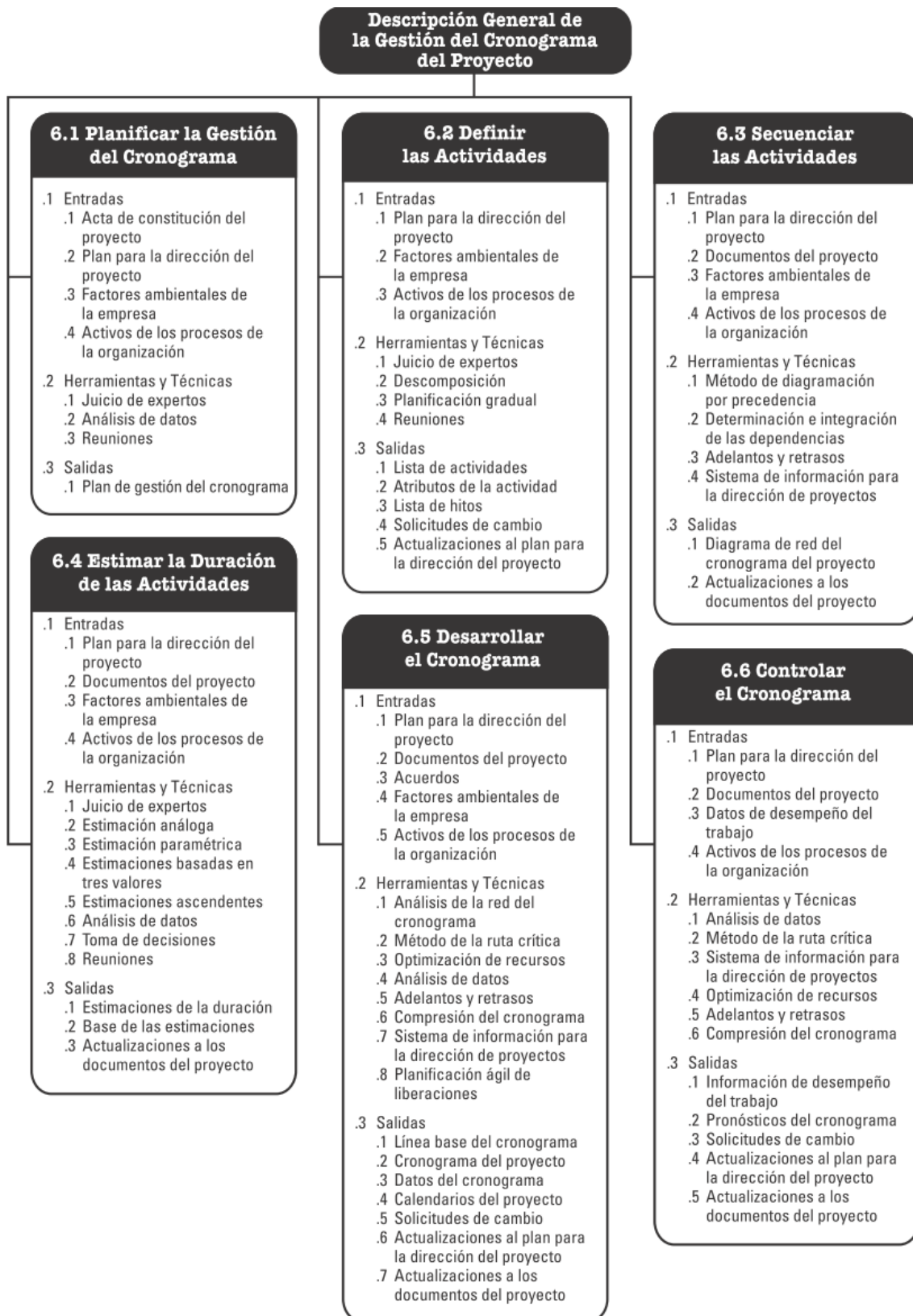


Figura 2.11 Descripción de los procesos de la gestión del cronograma.

Fuente: Guía del PMBoK® (PMI, 2017).

2.2.1.4.1 Planificar la gestión del cronograma.

Es el proceso de establecer las políticas, los procedimientos y la documentación para planificar, desarrollar, gestionar, ejecutar y controlar el cronograma del proyecto. Este proceso proporciona guía y dirección sobre cómo se gestionará el cronograma del proyecto a lo largo de este (PMI, 2017).

En la figura 2.12 se muestra el proceso de planificar la gestión del cronograma del proyecto.

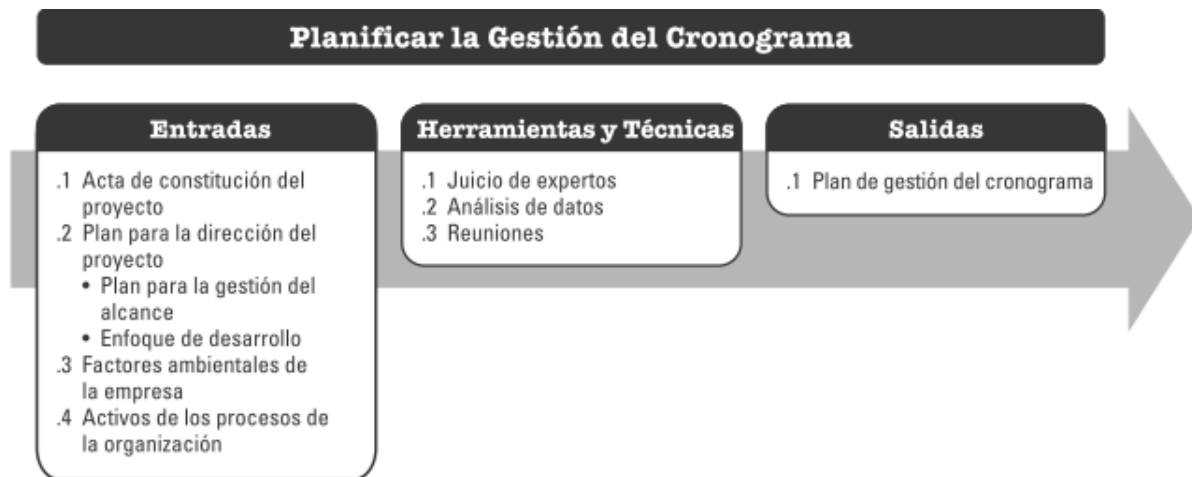


Figura 2.12 Proceso de planificar la gestión del cronograma.

Fuente: Guía del PMBoK® (PMI, 2017).

2.2.1.4.2 Definir las actividades.

Es el proceso de identificar y documentar las acciones específicas que se deben realizar para elaborar los entregables del proyecto. Este proceso descompone los paquetes del trabajo en actividades del cronograma que proporcionan una base para la estimación, programación, ejecución, monitoreo y control del trabajo del proyecto (PMI, 2017).

La lista de actividades debe incluir el identificador de la actividad y una descripción del alcance del trabajo, de manera que los miembros del equipo comprendan el trabajo que se debe realizar.

En la figura 2.13 se muestra el proceso de definir las actividades.

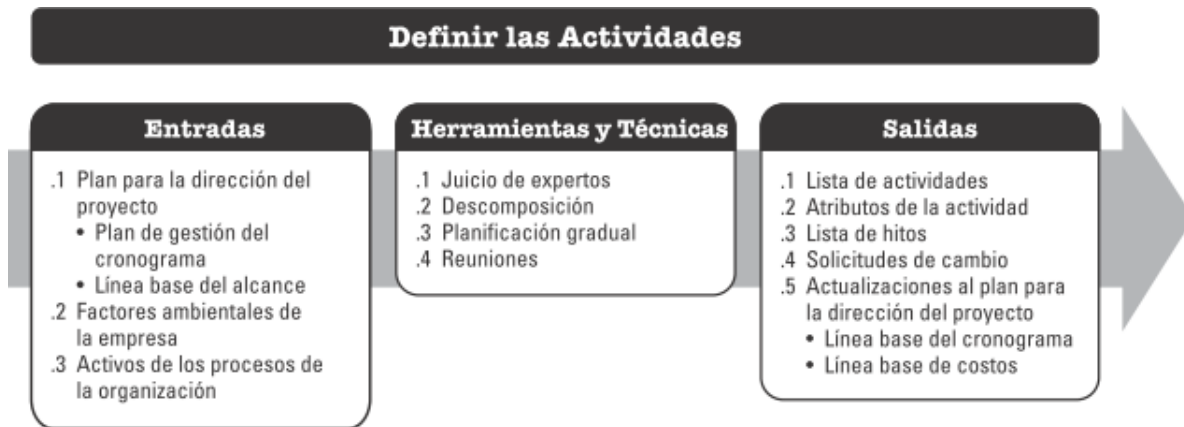


Figura 2.13 Proceso de definir las actividades del proyecto.

Fuente: Guía del PMBoK® (PMI, 2017).

Además de las actividades, se deben establecer los hitos, que son los puntos o eventos significativos dentro del proyecto. Los hitos no tienen duración, ya que representan un punto o evento significativo.

2.2.1.4.3 *Secuenciar las actividades.*

Es el proceso que consiste en identificar y documentar las relaciones entre las actividades del proyecto. Este proceso define la secuencia lógica de trabajo para obtener la máxima eficiencia, teniendo en cuenta todas las restricciones del proyecto (PMI, 2017).

Según la Guía del PMBoK® (PMI, 2017), cada actividad, a excepción de la primera y la última, se debería conectar con al menos una actividad predecesora y con al menos una actividad sucesora, con una adecuada relación lógica. Se deberían diseñar las relaciones lógicas de manera que se genere un cronograma realista del proyecto, de esta manera podría ser necesario incluir adelantos o retrasos entre las actividades para obtener un cronograma realista y viable del proyecto.

- Método de Diagramación por Precedencia.

Según el PMI (2017), el Método de Diagramación por Precedencia o PDM por sus siglas en inglés (*Precedence Diagram Method*), es una técnica utilizada para construir un modelo de programación en el que las actividades se

representan mediante nodos; y se vinculan mediante relaciones lógicas para indicar la secuencia para ser ejecutadas. Existen cuatro tipos de dependencias o relaciones lógicas:

1. **Final a inicio:** Relación en la que una actividad sucesora no puede comenzar hasta que haya concluido una actividad predecesora.
2. **Final a final:** Relación en la que una actividad sucesora no puede finalizar hasta que haya concluido una actividad predecesora.
3. **Inicio a inicio:** Relación en la que una actividad sucesora no puede comenzar hasta que haya comenzado una actividad predecesora.
4. **Inicio a final:** Relación en la que una actividad sucesora no puede finalizar hasta que haya comenzado una actividad predecesora.

Adicionalmente a las relaciones lógicas, se pueden realizar adelantos y retrasos en el cronograma. Un adelanto es la cantidad de tiempo en que una actividad sucesora se puede anticipar con respecto a una actividad predecesora; y un retraso es la cantidad de tiempo en que una actividad sucesora se retrasa con respecto a una actividad predecesora debido a algún tipo de limitante.

En la figura 2.14 se muestra el proceso de secuenciar las actividades.

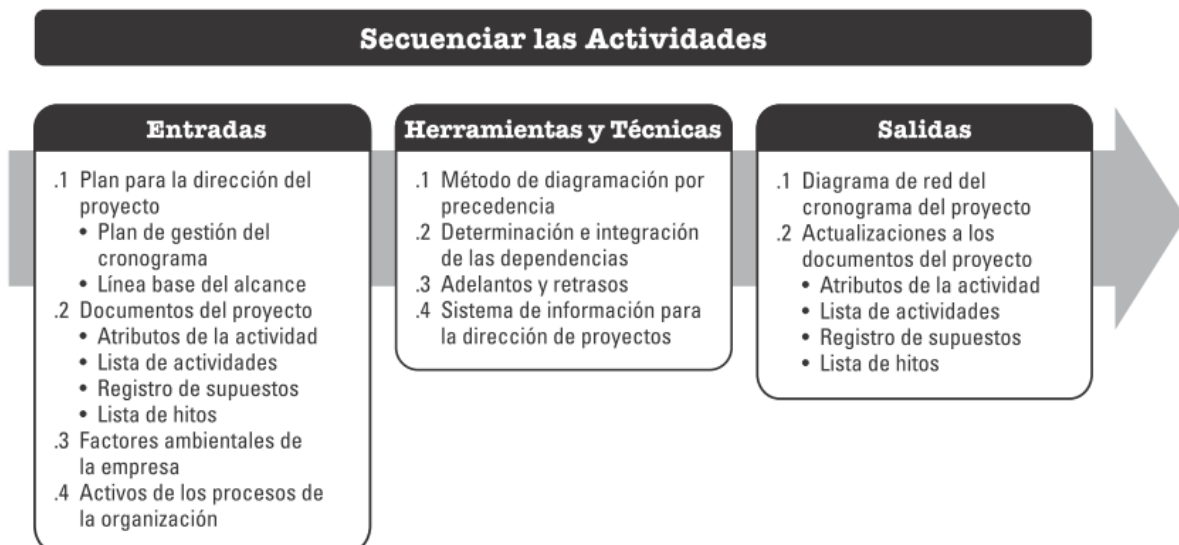


Figura 2.14 Proceso de secuenciar las actividades del proyecto.

Fuente: Guía del PMBoK® (PMI, 2017).

2.2.1.4.4 Estimar la duración de las actividades.

Es el proceso de realizar una estimación de la cantidad de períodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados. Este proceso establece la cantidad de tiempo necesario para finalizar cada una de las actividades (PMI, 2017).

Según la Guía del PMBoK® (PMI, 2017), la estimación de la duración de las actividades utiliza información del alcance del trabajo, los tipos de recursos, las cantidades estimadas de recursos y sus calendarios de utilización. Otros factores que pueden influir en las estimaciones de la duración incluyen restricciones impuestas a la duración, esfuerzo involucrado, o tipo de recursos, así como la técnica de análisis de la red del cronograma utilizada.

En la figura 2.15 se muestran las entradas, herramientas, técnicas y salidas del proceso de estimar la duración de las actividades del proyecto.

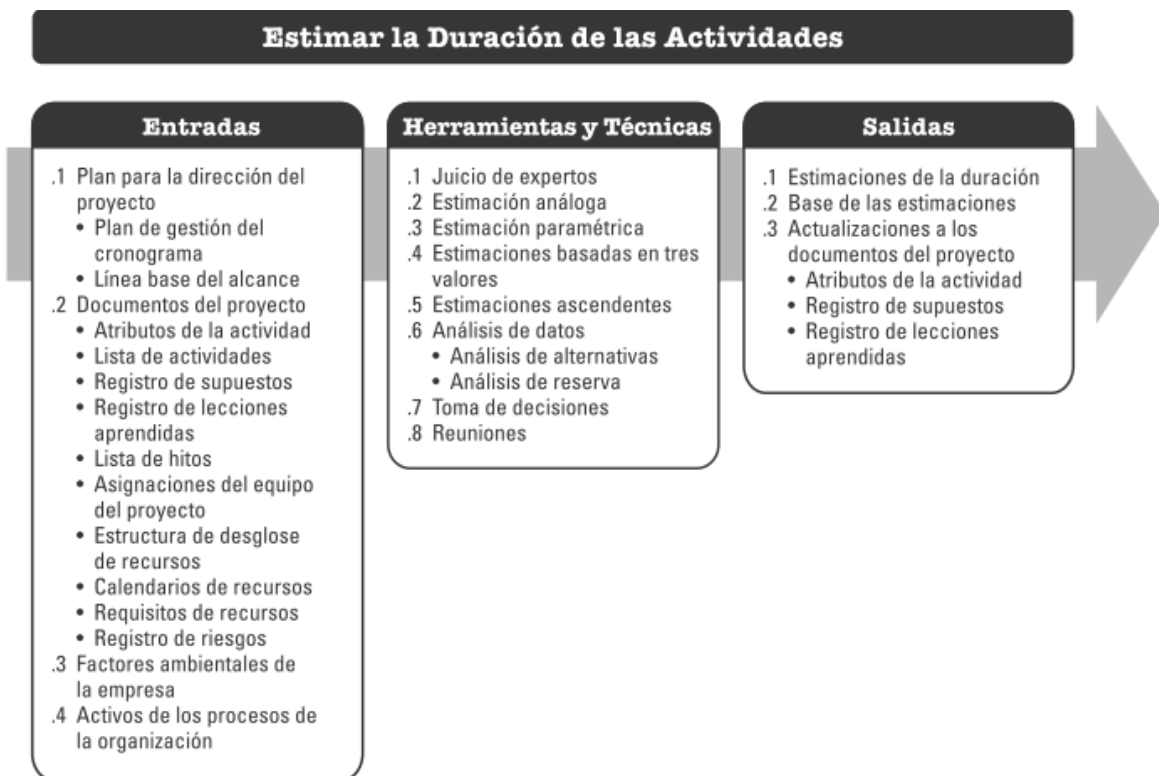


Figura 2.15 Proceso de estimar la duración de las actividades.

Fuente: Guía del PMBoK® (PMI, 2017).

Las estimaciones de la duración son valoraciones cuantitativas de la cantidad probable de periodos de trabajo que se necesitarán para completar una actividad. El proceso de estimar la duración de las actividades requiere el cálculo del esfuerzo requerido y la cantidad de recursos disponibles considerados para completar la actividad. Estas estimaciones se utilizan para deducir de manera aproximada la duración de la actividad necesaria para completar la actividad, mediante la utilización de los calendarios adecuados de proyecto y de recursos.

2.2.1.4.5 Desarrollar el cronograma.

Es el proceso de analizar secuencias de actividades, duraciones, requisitos de recursos y restricciones del cronograma para crear un modelo de programación para la ejecución, el monitoreo y el control del proyecto. Este proceso genera un modelo de programación con fechas planificadas para completar las actividades del proyecto (PMI, 2017).

Según la Guía del PMBoK® (PMI, 2017), el desarrollo del cronograma puede requerir el repaso y la revisión de las estimaciones de duración, estimaciones de recursos y reservas de cronograma para establecer un cronograma aprobado del proyecto, que pueda a su vez servir como línea base con respecto a la cual se pueda medir el avance. Los pasos clave incluyen la definición de los hitos del proyecto, la identificación y secuenciación de actividades y la estimación de las duraciones.

En la duración total del cronograma se utiliza el método conocido como ruta crítica.

- Método de la ruta crítica.

Para el PMI (2017), el método de ruta crítica se utiliza para estimar la mínima duración del proyecto y determinar el nivel de flexibilidad en la programación de los caminos de red lógicos dentro del modelo de programación. En esta técnica de análisis se calculan las fechas de inicio y finalización, tempranas y tardías. La ruta crítica es la secuencia de actividades que representa

el camino más largo a través del proyecto y determina la menor duración posible de este.

- Línea base del cronograma.

La línea base del cronograma consiste en la versión aprobada del modelo de programación que únicamente se puede cambiar mediante un proceso formal de control de cambios y se utiliza como base de comparación con el cronograma real durante el desarrollo del proyecto.

En la figura 2.16 se muestran las entradas, herramientas, técnicas y salidas del proceso de desarrollar el cronograma del proyecto.

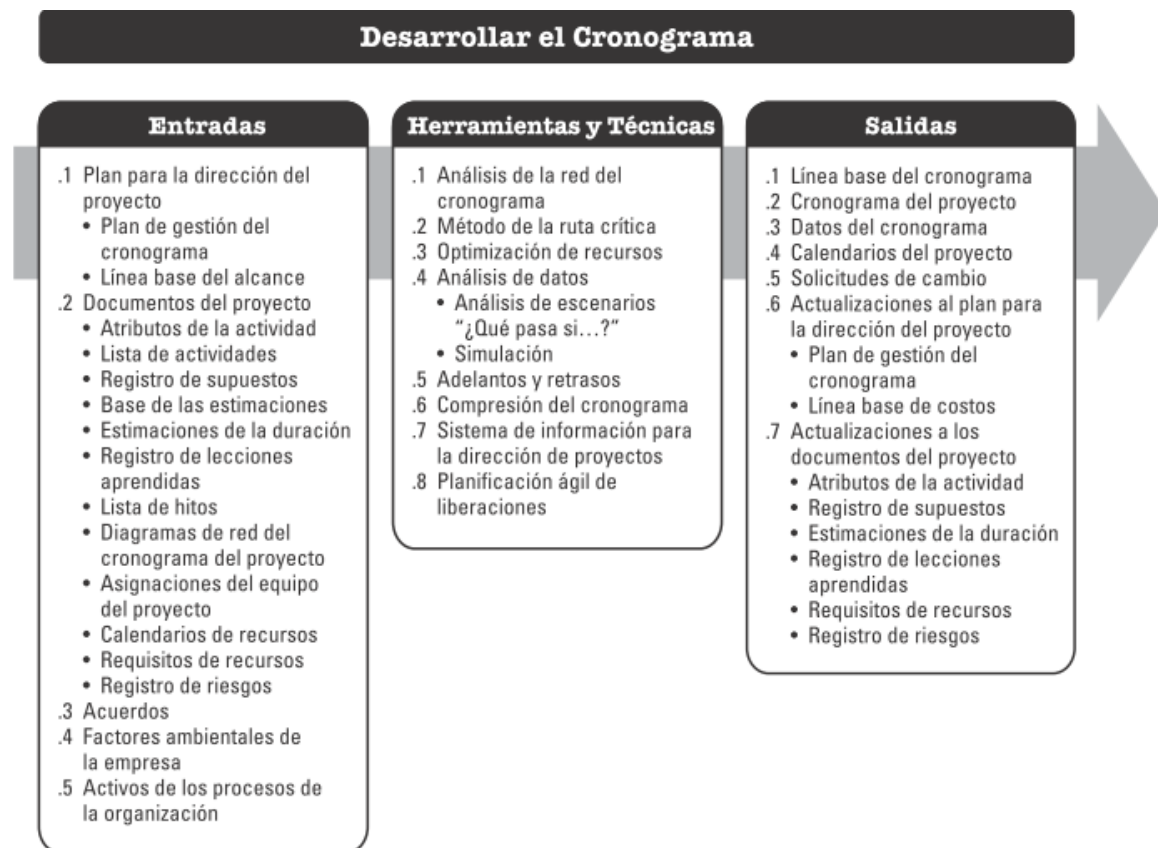


Figura 2.16 Proceso de desarrollar el cronograma.
Fuente: Guía del PMBoK® (PMI, 2017).

2.2.1.4.6 Controlar el cronograma.

Es el proceso de monitorear el estado del proyecto para actualizar el cronograma de este y gestionar cambios a la línea base del cronograma. En este proceso la línea base del cronograma se mantiene a lo largo del proyecto (PMI, 2017).

La línea base del cronograma se compara con los resultados reales para determinar si es necesario implementar un cambio, una acción correctiva o una acción preventiva.

- Información de desempeño del trabajo.

Para analizar el desempeño del trabajo en comparación con la línea base del cronograma, se pueden utilizar parámetros de medida del desempeño del cronograma como la variación del cronograma (SV) y el índice de desempeño del cronograma (SPI), que se utilizan para evaluar la magnitud de la desviación con respecto a la línea base original del cronograma.

- Pronósticos del cronograma.

Las actualizaciones del cronograma son pronósticos de estimaciones o predicciones para el proyecto, basados en la información disponible en el momento de realizar el pronóstico. La información se basa en el desempeño pasado del proyecto y en el desempeño previsto para el futuro con base en acciones correctivas o preventivas.

En la figura 2.17 se muestran las entradas, herramientas, técnicas y salidas del proceso de controlar el cronograma del proyecto.

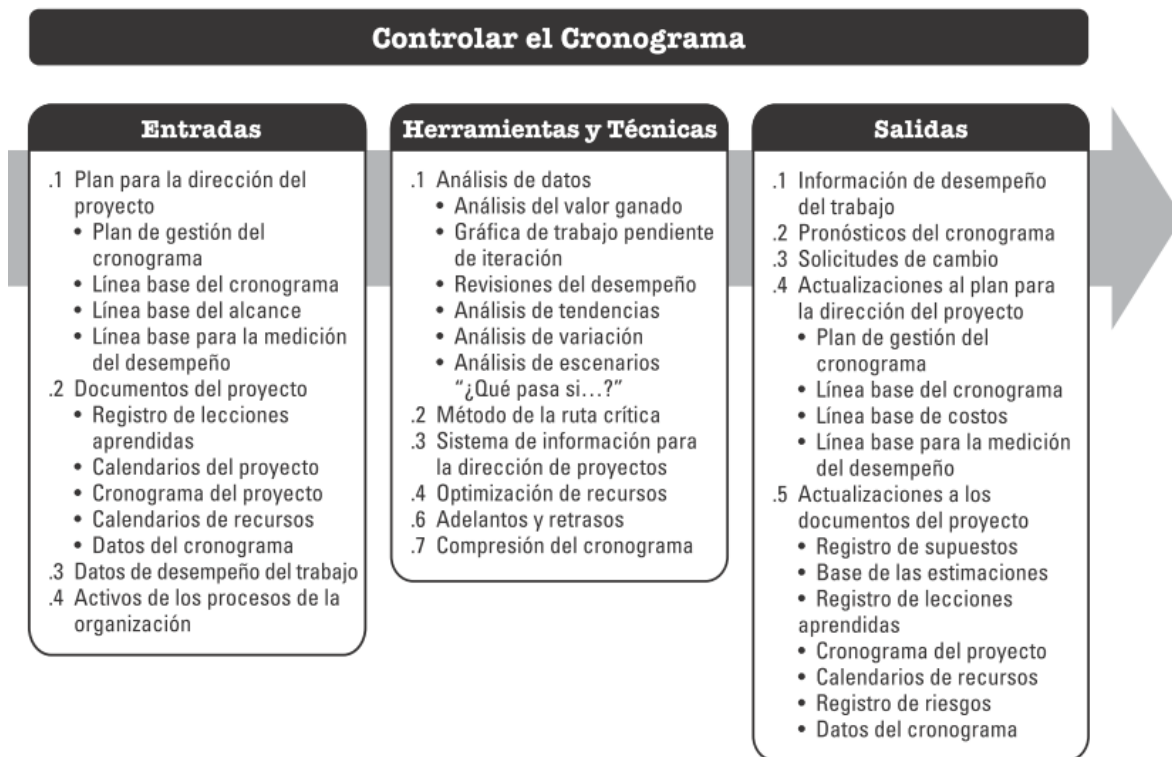


Figura 2.17 Proceso de controlar el cronograma.

Fuente: Guía del PMBoK® (PMI, 2017).

2.2.1.5 Gestión del costo.

Según el PMI (2017), la gestión del costo del proyecto incluye los procesos involucrados en planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos, de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado. La gestión del cronograma contempla los siguientes cuatro procesos:

1. Planificar la gestión de los costos.
2. Estimar los costos.
3. Determinar el presupuesto.
4. Controlar los costos.

En la figura 2.18 se muestra la descripción general de los procesos de la gestión de los costos de un proyecto en la que se presentan las entradas, herramientas, técnicas y salidas de cada uno de los procesos.

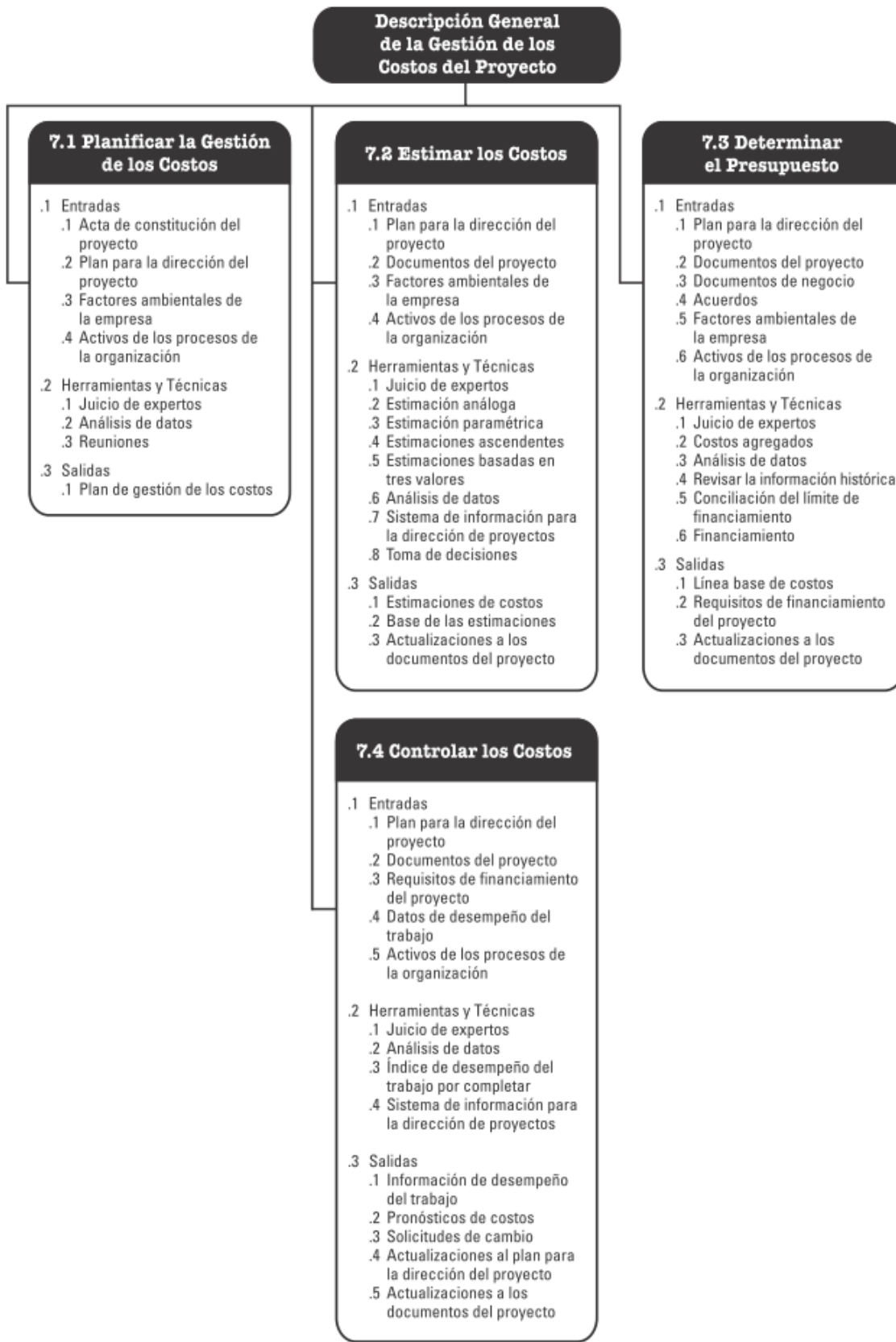


Figura 2.18 Descripción de los procesos de la gestión del costo.
Fuente: Guía del PMBoK® (PMI, 2017).

2.2.1.5.1 Planificar la gestión de los costos.

Es el proceso de definir cómo se han de estimar, presupuestar, gestionar, monitorear y controlar los costos del proyecto. Este proceso proporciona guía y dirección sobre cómo se gestionarán los costos del proyecto a lo largo del mismo (PMI, 2017).

En la figura 2.19 se muestra el proceso de planificar la gestión de los costos.

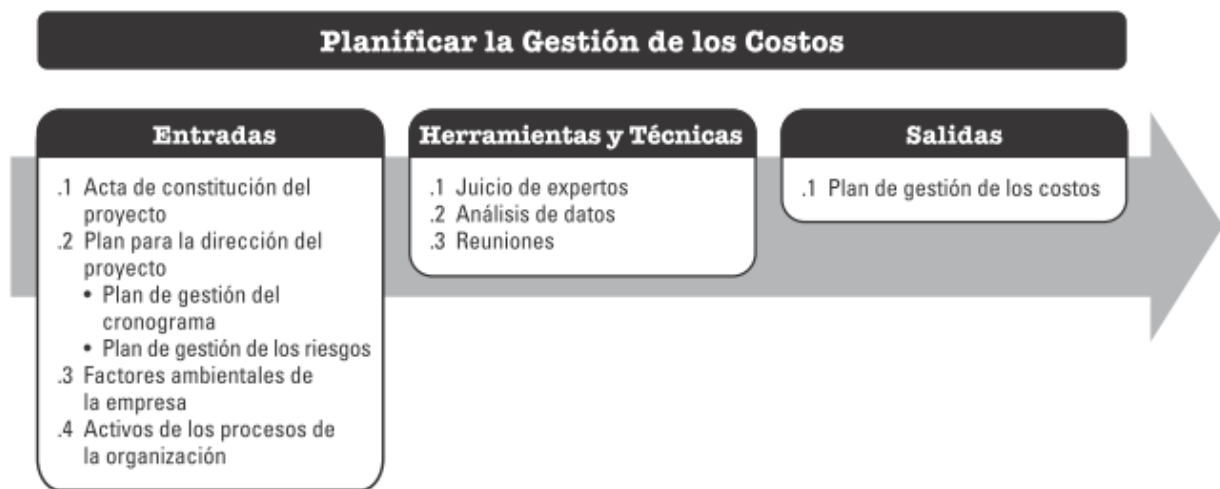


Figura 2.19 Proceso de planificar la gestión de los costos.

Fuente: Guía del PMBoK® (PMI, 2017).

2.2.1.5.2 Estimar los costos.

Es el proceso de desarrollar una aproximación del costo de los recursos necesarios para completar el trabajo del proyecto. Este proceso determina los recursos monetarios requeridos para el proyecto y se lleva a cabo periódicamente según sea necesario, a lo largo del proyecto (PMI, 2017).

- Estimación análoga:

La estimación análoga de costos utiliza valores de un proyecto anterior similar al proyecto actual, la comparación de estos valores se vuelve la base para estimar el mismo parámetro o medida en el proyecto actual.

- Estimación paramétrica:

La estimación paramétrica de costos utiliza una relación estadística entre los datos históricos relevantes y otras variables para calcular una estimación del costo del trabajo del proyecto.

- Estimación ascendente:

La estimación ascendente sirve para estimar un componente del trabajo. El costo de cada actividad se calcula con el mayor nivel posible de detalle. El costo se resume en niveles superiores para fines de reporte.

- Estimación por tres valores:

La estimación por tres valores define un rango aproximado utilizando los valores del valor más probable, el valor optimista y el valor pesimista.

En la figura 2.20 se muestra el proceso de estimar los costos.



Figura 2.20 Proceso de estimar los costos.

Fuente: Guía del PMBoK® (PMI, 2017).

2.2.1.5.3 Determinar el presupuesto.

Es el proceso que consiste en sumar los costos estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajo para establecer una línea base de costos autorizada. Este proceso determina la línea base de costos respecto a la cual se puede monitorear y controlar el desempeño del proyecto (PMI, 2017).

En la figura 2.21 se muestra el proceso de determinar el presupuesto.

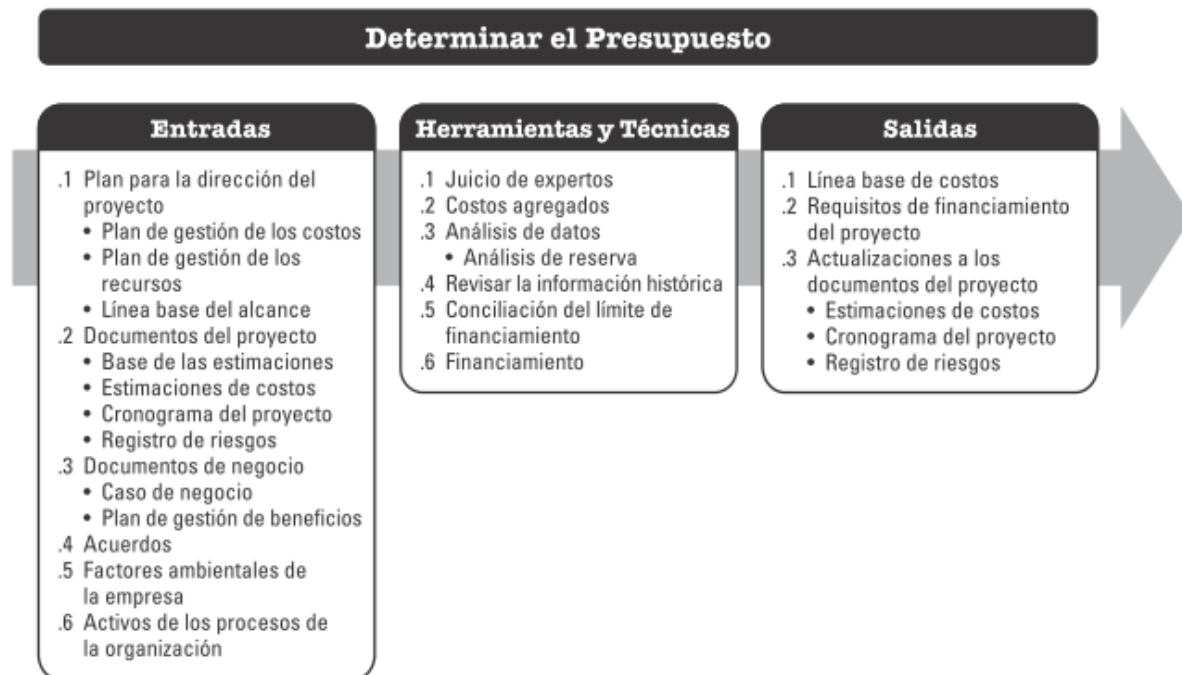


Figura 2.21 Proceso de determinar el presupuesto.

Fuente: Guía del PMBoK® (PMI, 2017).

2.2.1.5.4 Controlar los costos.

Es el proceso de monitorear el estado del proyecto para actualizar los costos de este y gestionar cambios a la línea base de costos. En este proceso la línea base de costos se mantiene a lo largo del proyecto (PMI, 2017).

Según la Guía del PMBoK® (PMI, 2017), para actualizar el presupuesto, es necesario conocer los costos reales en los que se ha incurrido hasta la fecha. Cualquier incremento con respecto al presupuesto autorizado solo se puede aprobar a través del proceso del control integrado de cambios.

- Análisis del valor ganado:

De acuerdo con el PMI (2017), el análisis del valor ganado compara la línea base para la medición del desempeño con respecto al desempeño real del cronograma y del costo. El método integra la línea base del alcance con la línea base de costos y la línea base del cronograma, para generar la línea base para la medición del desempeño. El análisis monitorea tres dimensiones clave:

1. Valor planificado: El valor planificado o PV, por sus siglas en inglés (*planned value*), es el presupuesto autorizado que se ha asignado al trabajo programado.
2. Valor ganado: El valor ganado o EV, por sus siglas en inglés (*earned value*), es la medida del trabajo realizado expresado en términos del presupuesto autorizado para dicho trabajo.
3. Costo real: El costo real o AC, por sus siglas en inglés (*actual cost*), es el costo incurrido por el trabajo llevado a cabo en una actividad durante un tiempo específico.

En la figura 2.22 se muestra las el proceso de controlar los costos.

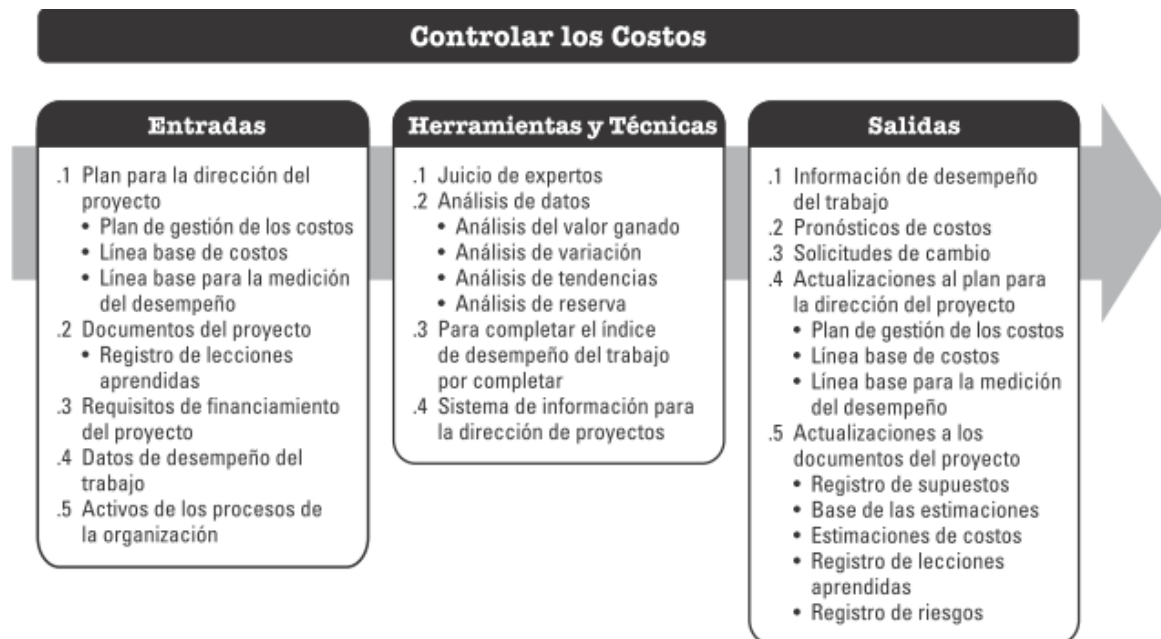


Figura 2.22 Proceso de controlar los costos.

Fuente: Guía del PMBoK® (PMI, 2017).

2.2.2 Project in Controlled Environments (PRINCE®).

PRINCE2® es un método genérico para la gestión de proyectos muy popular en Europa. Se puede usar para cualquier proyecto, desde ejecutar un proyecto de 1 a 2 días hasta la adquisición de una compañía, o incluso a la construcción del estadio principal de Londres para los Juegos Olímpicos de 2012. (Turley, *The PRINCE2® Training Manual*, 2010).

Este método se ha convertido en un estándar para la gestión de los proyectos; especialmente en Reino Unido y por sus buenos resultados se ha extendido a otras partes del mundo.

PRINCE2® fue creada inicialmente por la CCTA (*Central Computer and Telecommunications Agency*), y actualmente se encuentra bajo el alero de la OGC (*Office of Government Commerce*) a la que pertenece su marca registrada (Verdugo González & Salazar Hornig, 2012).

2.2.2.1 Organización.

PRINCE2® separa la estructura de gestión del trabajo para crear los productos necesarios que el proyecto debe producir (trabajo especializado). Esto significa que la misma estructura de gestión se puede usar para diferentes tipos de proyectos. La estructura de gestión se refiere a la organización del proyecto, como Junta de proyecto, Gerente de proyecto y equipos.

El equipo del proyecto es una estructura temporal; se crea para el proyecto y se disuelve una vez que este finalice.

En la figura 2.23, se muestra la estructura de gestión de un proyecto con sus cuatro niveles de gestión, en la parte superior de la estructura de gestión del proyecto, se muestra el nivel 1 de gestión corporativo o de programa. Este nivel está fuera del proyecto, por lo que no participa en este y, por lo tanto, no forman parte del equipo del proyecto.

El nivel 2 de dirección, es donde se ubica la Junta de proyecto quien es la responsable del éxito del proyecto y tiene la autoridad necesaria para tomar decisiones y aprobar todos los planes principales del proyecto. Aprueban la finalización de cada etapa y autorizan el inicio de la siguiente (Turley, 2013).

El nivel 3 de gestión, en este nivel trabaja el gerente del proyecto, interactúa a menudo con el nivel de dirección (nivel 2), contiene la mayor parte de actividades y procesos como iniciar un proyecto y control de las fases.

El nivel 4 de entrega, es el nivel en el que se crean los productos de los proyectos y está a cargo del director del equipo.

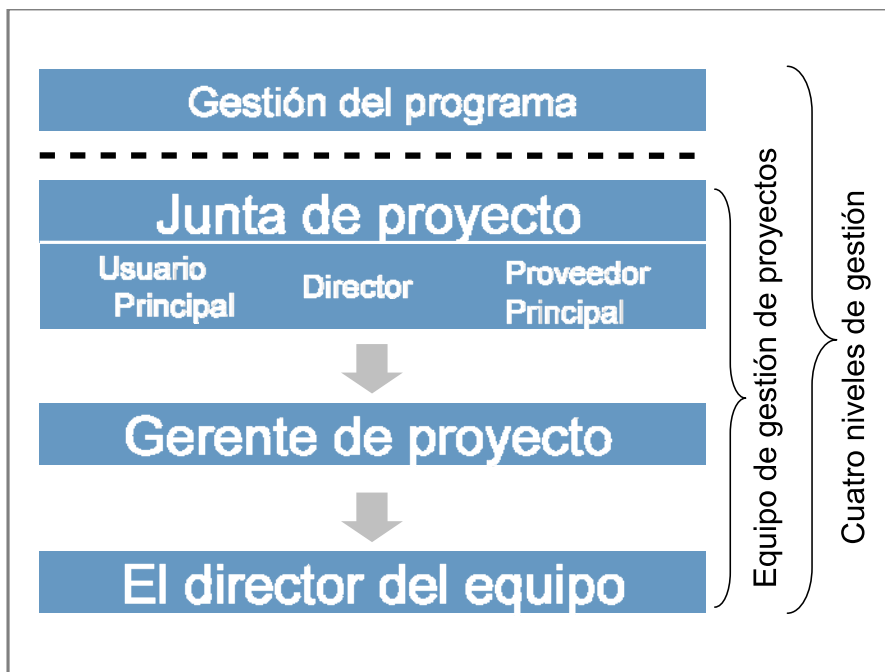


Figura 2.23 Estructura de gestión del proyecto de PRINCE2®
Fuente: *An Introduction to PRINCE2®* (Turley, 2013).

El Director es el principal responsable del proyecto y cuenta con el respaldo del usuario y del proveedor principal. El ejecutivo representa los intereses comerciales del proyecto y es el propietario del caso comercial.

Por lo general, el Director es responsable de diseñar y designar al equipo de gestión del proyecto, incluido el resto de la Junta del Proyecto y el Gerente del Proyecto.

El usuario principal representa los intereses del usuario, es responsable de la especificación de las necesidades de los usuarios y verifican que los productos finales cumplan con las especificaciones requeridas. Su principal preocupación durante todo el proyecto es si funcionará el producto final.

El usuario principal también especifica los beneficios esperados al inicio del proyecto e informa a la junta sobre los beneficios que se están realizando durante el proyecto.

El proveedor principal representa los intereses de aquellos que diseñan, desarrollan, facilitan e implementan los productos del proyecto. Su principal preocupación a lo largo del proyecto es si es posible realizarlo y si se puede hacer cumpliendo los requisitos de tiempo, costo y calidad acordados.

El gerente del proyecto es designado por el director con la aprobación de la gerencia corporativa o del proyecto. El gerente del proyecto ejecuta el proyecto en nombre de la Junta de Proyecto diariamente y tiene la responsabilidad de crear los productos requeridos con la calidad requerida dentro del tiempo y costo especificados.

Hay muchas facetas diferentes del rol de la gestión de proyectos, como comunicación: de hecho, gestión de costos, calidad, cambios, necesidades del usuario, monitoreo y planificación.

El administrador del equipo tiene la responsabilidad de crear los productos que fueron asignados en los paquetes de trabajo por el gerente del proyecto, y de proporcionar informes de estado regulares sobre su progreso. Esto le permite al gerente del proyecto monitorear su trabajo. Los administradores del equipo crean sus propios planes de equipo para administrar el desarrollo de los productos asignados.

Para proyectos pequeños, el administrador del equipo puede no ser necesario, por lo que los miembros del equipo informarán directamente al gerente del proyecto.

2.2.2.2 Procesos del estándar PRINCE2®.

Los procesos del estándar PRINCE2® se muestran en la figura 2.24 a continuación (Turley, 2013):

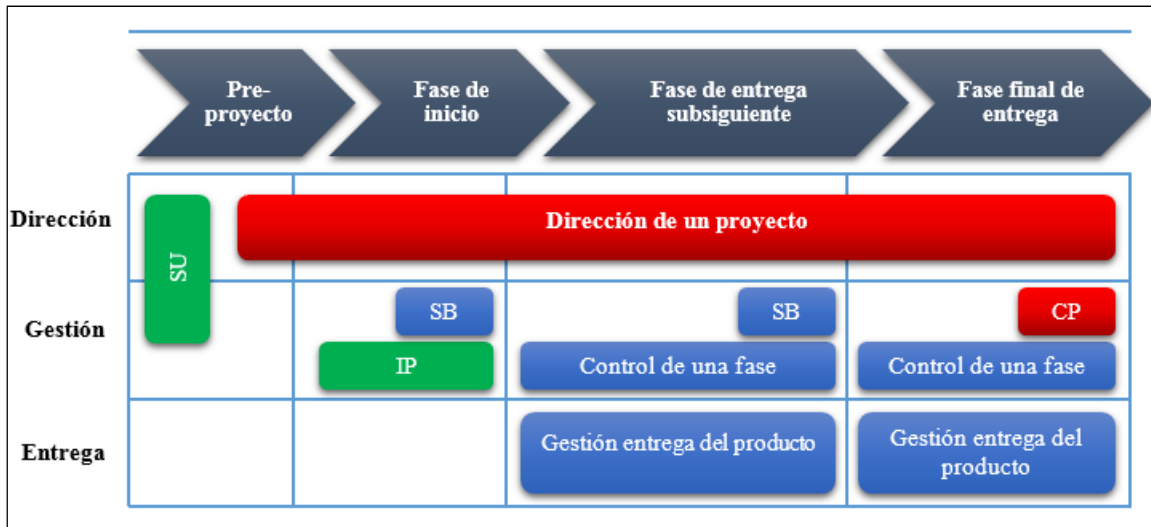


Figura 2.24 Procesos de PRINCE2®

Fuente: *An Introduction to PRINCE2®* (Turley, 2013).

- **Dirección del proyecto (DP):** Este proceso funciona durante todo el ciclo de vida del proyecto y es controlado por la alta dirección.
- **Puesta en marcha de un proyecto (SU):** Este es un proceso muy corto previo al proyecto, reúne los datos necesarios para iniciar el proyecto. Surge de la necesidad de realizar algo.
- **Inicio de un proyecto (IP):** Este proceso examina la justificación del proyecto y crea los documentos de Iniciación del proyecto, que incluyen el plan del proyecto.
- **Control de una fase (CS):** Este proceso describe las actividades diarias de monitoreo y control del Administrador del proyecto, mide la eficiencia del proyecto. Aquí es donde el Gerente de Proyecto pasa la mayor parte de su tiempo durante un proyecto.
- **Gestión del límite de fases (SB):** Este proceso proporciona una forma controlada de completar una etapa y planificar la siguiente, en esta etapa se hace el registro de las lecciones aprendidas.

- **Gestión de entrega de productos (MP):** Este proceso entrega los productos establecidos. Se entregan los paquetes de trabajo completados al gerente de proyectos responsable.
- **Cierre del proyecto (CP):** Este proceso confirma la entrega de los productos y el director de proyecto prepara el proyecto para el cierre. Se asegura de que los objetivos iniciales se hayan cumplido.

PRINCE2 se basa en los siguientes 7 principios (Turley, 2010):

- Justificación comercial continua
- Aprender de la experiencia
- Roles y responsabilidades definidos
- Gestión por etapas
- Gestión por excepción
- Orientación a productos
- Adaptarse al entorno del proyecto

Las seis variables u objetivos de rendimiento son: escalas de tiempo, costos, calidad, alcance, beneficios y riesgo (Turley, 2010).

- Escalas de tiempo: La pregunta a pedir escalas de tiempo: ¿Cuándo se acaba el proyecto?
- Costo: los proyectos deben dar un retorno de la inversión; por lo tanto, las preguntas a realizar son: ¿Se están controlando los costos? y ¿El proyecto se encuentra dentro del presupuesto?
- Calidad: ¿Se podrá usar el producto al final del proyecto (en otras palabras, adecuado para el propósito)?
- Alcance: ¿El alcance está bien definido y es claro para todas las partes interesadas? El Gerente del Proyecto debe tener cuidado para evitar la fluencia del alcance, que es permitir que se agreguen nuevos requisitos durante el proyecto.

- Beneficios: ¿Por qué se está realizando este proyecto y cuáles son los beneficios? Los beneficios deben ser claros y conocidos por el Gerente del Proyecto, y los beneficios deben ser entregados.
- Riesgo: Todos los proyectos son únicos y, por lo tanto, tienen riesgos. ¿Cuánto riesgo podemos asumir y cómo puede administrarse el riesgo?

2.2.2.3 Beneficios de PRINCE2®.

De acuerdo con Turley (2010), los principales beneficios de utilizar el estándar PRINCE® son los siguientes:

- Se puede aplicar a cualquier tipo de proyecto. Esto significa que PRINCE2® se puede usar para proyectos tan pequeños como organizar una reunión, para proyectos grandes del tamaño de una elección, organizar una conferencia, construir un puente o un proyecto de TI.
- Proporciona una estructura para roles y responsabilidad. Todas las personas del Equipo del Proyecto deben saber qué se espera de ellos.
- Está enfocado en el producto; lo que significa que el producto está bien definido al comienzo del proyecto y se da a conocer a todos los interesados. Como resultado, todos tienen la misma idea de en qué están trabajando y el producto final esperado.
- Usa administración por excepción. Esto le permite al Gerente del Proyecto manejar ciertos problemas del proyecto, pero una vez que un problema sobrepasa cierta tolerancia, se convierte en una excepción.
- Continúa evaluando la viabilidad del proyecto desde el punto de vista del caso de negocio y esto sucede a lo largo del ciclo de vida del proyecto.
- Tiene una estructura bien definida para informes y productos de gestión.
- Promueve el aprendizaje y una mentalidad de mejora continua, también conocida como "Lecciones aprendidas".

2.2.3 International Project Management Association (IPMA®).

La Asociación Internacional para la Dirección de Proyectos o IPMA, por sus siglas en inglés (*International Project Management Association*), es una asociación mundial para la administración de Proyectos, es la primera asociación de administración de proyectos del mundo. Tiene su sede en Suiza y se fundó en 1965 con el nombre de "*International Management Systems Association*" (IMSA), esta organización se dedica al desarrollo y promoción de la dirección de proyectos y cuenta con importantes aliados estratégicos alrededor del mundo, como la *International Standardization Organization* (ISO), *Global Alliance for Project Performance Standards* (GAPPS), *International Association For Contract & Commercial Management* (IACM), entre otros. (IPMA, 2015)

Originalmente comenzó como una red internacional para intercambiar experiencias de gestión de proyectos, la organización se convirtió en una organización global en la década de 1970, organizando cursos y eventos. En 1996, la organización pasó a llamarse IPMA, Asociación Internacional de Gestión de Proyectos, y comenzó sus actividades de certificación (IPMA, 2015).

IPMA es impulsado por sus miembros y voluntarios. Los consejos, equipos y asociaciones miembros de IPMA, están formados por entusiastas y experimentados profesionales de gestión de proyectos. Como organización global, colaboramos de forma continua, organizando reuniones regulares de la Junta Ejecutiva y el Consejo bianual de delegados. Este enfoque de "colaboración global y servicio local" para servir a nuestra comunidad es exclusivo de IPMA. Los miembros de la Junta Ejecutiva son elegidos por un período de tres años (IPMA, 2015).

La línea base de competencia individual (*The Individual Competence Baseline* IPMA ICB ®) describe 29 elementos de competencia, organizados en tres áreas de competencia: Perspectiva, personas y práctica. Todos los elementos de competencia se detallan con los conocimientos y habilidades requeridos. Los Indicadores clave de competencia (*Key Competence Indicators* KCIs)

proporcionan los indicadores definitivos para la gestión exitosa de proyectos, programas y portafolios (IPMA, 2017).

El IPMA ICB aborda un conjunto completo de competencias para todo tipo de personas que trabajan en el campo de la gestión de proyectos, programas y portafolios, independientemente de su puesto de trabajo. Si usted es un gerente de proyecto, un planificador de proyecto, un comprador, un patrocinador, un entrenador ágil o de cualquier otra labor, necesita competencias para lograr el éxito en su entorno de proyecto específico.

La línea de base de competencia organizativa de IPMA (*The IPMA Organisational Competence Baseline* IPMA OCB ®) describe dieciocho competencias para organizaciones con el fin de comunicar la visión, misión y objetivos estratégicos de la organización de manera sostenible. Además, describe cómo la gobernanza y la gestión de los proyectos, programas y portafolios deben analizarse, evaluarse y mejorarse continuamente. IPMA ayuda a las organizaciones a lograr consistentemente sus metas para los beneficios de sus grupos de interés (IPMA, 2017).

Los ejecutivos utilizan el OCB de IPMA para comprender la función de los proyectos, programas y portafolios en la implementación de la visión, misión y estrategia generales de la organización y para dar forma a sus organizaciones en consecuencia. Además, una evaluación y certificación IPMA Delta ® de organizaciones las ayuda a comprender el estado real de competencia frente a las buenas prácticas internacionales, y a establecer las medidas necesarias para desarrollar aún más sus competencias organizacionales. Los capacitadores, entrenadores y consultores, utilizan el OCB de IPMA para ayudar a las organizaciones a mejorar sus competencias, mediante el desarrollo de una trayectoria profesional adaptada y programas de capacitación para gerentes de proyecto. Además, las organizaciones se unen a IPMA a través de las asociaciones miembro y disfrutan del intercambio de experiencias de igual a igual durante los diversos eventos de IPMA, en grupos de interés especial o como una organización global de certificación.

El Código de Conducta Ética y Profesional de IPMA describe la actitud que se espera de cada persona que trabaja en el campo de la gestión de proyectos, programas y portafolios

Los eventos de IPMA (congresos mundiales, congresos regionales, conferencias de temas especiales), cruzan las fronteras para facilitar el intercambio de buenas prácticas entre pares de todos los rincones del mundo, y explorar temas especiales para descubrir soluciones a los dilemas de los gerentes de proyecto.

IPMA apoya el desarrollo de asociaciones nacionales de gestión de proyectos y, por este medio, crea plataformas de conocimiento y redes únicas en casi 70 países de todo el mundo (IPMA, 2017).

El Programa de Ayuda de Capacitación de IPMA, ofrece conocimientos técnicos de gestión de proyectos en estas partes del mundo donde el arte de la gestión de proyectos todavía se está desarrollando.

La Academia IPMA apoya a los formadores para que sigan desarrollando su competencia y se conviertan en entrenadores profesionales de gestión de proyectos.

La misión de IPMA incluye lo siguiente: (IPMA, 2017)

- Facilitar la co-creación y el aprovechamiento de la diversidad de nuestra red global en beneficios para la profesión, la economía, la sociedad y el medio ambiente.
- Proporcionar una oferta de conocimientos, productos y servicios a través de nuestra red global en beneficio de individuos, proyectos y organizaciones en los sectores público, privado y comunitario.
- Maximizar las sinergias en nuestra red global para ayudar a todas las asociaciones miembros a desarrollarse según sus necesidades.
- Promover el reconocimiento de la gestión de proyectos e involucrar a las partes interesadas de todo el mundo para avanzar en la disciplina.

La competencia individual es la aplicación de conocimientos, destrezas y habilidades para lograr los resultados deseados (IPMA, 2015).

- El conocimiento es la colección de información y experiencia que un individuo posee.
- Las destrezas son las capacidades técnicas específicas que permiten a un individuo realizar una tarea.
- La habilidad es la entrega efectiva de conocimiento y destrezas en un contexto dado.

2.2.3.1 Visión general de las competencias.

El modelo llamado “El Ojo de Competencia” de IPMA es aplicable para los tres dominios de gestión de proyectos, gestión de programas y gestión de portafolios. Con base en el modelo genérico, cada individuo debe tener una serie de competencias específicas para gestionar el proyecto con éxito. El individuo debe tener competencias de perspectiva que aborden los contextos del proyecto y las personas; realizar competencias que aborden temas personales y sociales, y realizar competencias que aborden las competencias prácticas específicas para la gestión de proyectos (IPMA, 2015).

En la figura 2.25 se muestra la interacción de las personas, la perspectiva y la práctica del modelo “El ojo de Competencia” del IPMA.

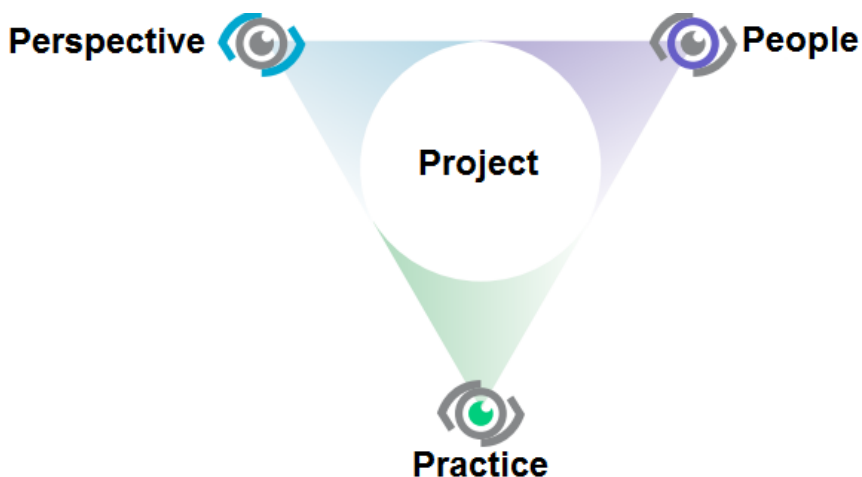


Figura 2.25 El ojo de las competencias de IPMA.

Fuente: *Individual Competence Baseline for Project, Programme & Portfolio Management* (IPMA, 2015).

Capítulo 3 Marco metodológico

En este capítulo se presenta la metodología utilizada en este estudio. Se describe el tipo de investigación, los sujetos y fuentes de información, variables, categorías y las técnicas utilizadas, así como el procesamiento y análisis de los datos.

3.1 Tipo de investigación

La presente investigación se clasifica a través de tres distintos criterios de clasificación:

- Alcance de la investigación.
- Diseño de la investigación.
- Propósito de la investigación

3.1.1 Alcance de la investigación.

De acuerdo con Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2014), una investigación puede llegar a tener diferentes alcances como son investigación exploratoria, investigación descriptiva, investigación correlacional e investigación explicativa.

Los estudios exploratorios se realizan cuando el objeto es examinar un tema o problema de estudio poco estudiado.

Los estudios de alcance descriptivo buscan especificar las propiedades y las características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Únicamente se pretende medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o variables a las que se refieren.

Los estudios correlacionales asocian las variables mediante un patrón predecible para un grupo o población.

Los estudios de alcance explicativo van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos, su interés se centra en establecer las causas de los sucesos o fenómenos que se estudian.

Con base en el alcance, se establece que la presente investigación posee un nivel de estudio descriptivo, debido a que se busca establecer las características de la gestión de proyectos real, generando un diagnóstico actual de la organización, analizar las buenas prácticas de la industria, identificación de lecciones aprendidas, para luego presentar una propuesta de mejora.

3.1.2 Diseño de la investigación.

El diseño de una investigación, según Hernández Sampieri *et al.* (2014), es el plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se desea en una investigación con el fin de responder al planteamiento del problema.

Así mismo, los autores clasifican los diseños de las investigaciones cuantitativas en investigación experimental e investigación no experimental.

La investigación experimental requiere de la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles resultados.

La investigación no experimental corresponde a los estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables, únicamente se observan los fenómenos en su entorno natural para analizarlos.

Dentro de los diseños de investigaciones no experimentales, se encuentran los diseños de investigación transversal y los diseños de investigación longitudinal.

En la investigación transversal se recolectan datos en un solo momento y en un tiempo único, con el fin de describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

En la investigación longitudinal se busca analizar cambios al paso del tiempo en determinadas categorías, para lo cual se recolectan datos en diferentes

momentos o periodos para realizar inferencias acerca de la evolución del problema de investigación o fenómeno, sus causas y sus efectos.

Con base en lo anterior, se puede decir que el diseño de esta investigación no es experimental, ya que no se manipulan las variables para su posterior análisis, sino que más bien se observa la situación particular de la gestión de proyectos que se realizó en la ejecución específica de las obras de construcción desarrolladas por la Oficina de Ingeniería para analizarla. Además, la investigación es transversal ya que la información se obtiene en un solo momento para ser analizada.

3.1.3 Propósito de la investigación.

Según el propósito de una investigación, se puede clasificar en investigación fundamental o en investigación aplicada

La investigación fundamental, también llamada básica, tiene como objetivo principal el progreso del conocimiento científico y aclarar todos los campos de la ciencia sin tener objetivos comerciales o implicaciones específicas. La investigación aplicada, por otro lado, busca la resolución de problemas o el desarrollo de ideas para conseguir innovaciones, mejoras de procesos o productos, incrementos de calidad y productividad (Sánchez, 2004).

Considerando que el propósito de esta investigación es resolver el problema identificado en la Oficina de Ingeniería del TEC, creando un modelo para mejorar la gestión de proyectos, se puede clasificar como una investigación aplicada, que busca resolver un problema específico para la mejora de los procesos de una unidad en especial.

3.2 Sujetos y fuentes de información

En esta sección se presentan los sujetos y fuentes de información considerados para la obtención de conocimiento en la realización de esta investigación.

Primero se presentan los sujetos de información considerando los funcionarios de la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica que se involucraron directamente con la gestión de los proyectos analizados. Luego se presentan las fuentes de información utilizadas, las cuales según Monje (2011), se clasifican según el origen de los datos en fuentes primarias y en fuentes secundarias.

3.2.1 Sujetos de información.

En este apartado se especifica quiénes son las personas objeto de estudio de donde se obtiene información relevante en la investigación.

La Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica en el año 2018 contaba con un total de 20 funcionarios, entre los que se pueden mencionar una secretaria, tres dibujantes, dos arquitectos, dos ingenieros estructurales, un ingeniero electromecánico, un ingeniero eléctrico, ocho ingenieros administradores de proyectos, una coordinadora de elaboración de planos y el director de la oficina.

Con el fin de obtener información relevante, se seleccionó como población de interés a los funcionarios de la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica que se involucraron directamente en el desarrollo de los proyectos culminados durante el periodo comprendido entre los años 2017 y 2018, con el fin de captar las experiencias y las lecciones aprendidas de cada uno en sus respectivos proyectos.

De esta manera se eligió entre la población de estudio, al Director de la Oficina de Ingeniería, a los coordinadores de inspección, arquitectos e ingenieros inspectores, quienes fueron parte importante del proceso de gestión de los proyectos analizados; por lo que pueden identificar las necesidades y la problemática presentada. Los demás funcionarios de la oficina no formaron parte clave en la gestión de los proyectos estudiados; por lo tanto, no fueron tomados en cuenta en la investigación.

Los principales sujetos de información consultados en esta investigación se muestran en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 *Sujetos de información de la Oficina de Ingeniería del TEC.*

Puesto	Cantidad de sujetos
Director de la Oficina de Ingeniería	1
Coordinadores de inspección	8
Arquitectos	3
Ingenieros inspectores	3
Total	15

Fuente: Elaboración propia, 2018.

De los 20 funcionarios de la Oficina de Ingeniería se seleccionó a 15 como sujetos de información para este estudio.

3.2.2 Fuentes primarias de información.

Las fuentes primarias de información se refieren a información de primera mano, escritos personales de experiencias propias, investigaciones y resultados. Es información obtenida de estudios originales preparados por el mismo investigador (Monje Álvarez, 2011).

Como fuentes primarias de información para esta investigación, se considera aquella que es propia de la Oficina de Ingeniería, dentro de lo que se incluye lo siguiente:

- Fernández Espinoza, S. (2011). INFORME FINAL DE GESTIÓN 2003-2011. Cartago: Oficina de Ingeniería.
- Expedientes de cada uno de los proyectos a analizar.
- Testimonio de los funcionarios de la Oficina de Ingeniería.

- Informes de auditoría del proceso constructivo de los proyectos, realizados por el investigador.
- Tablas de información financiera de los proyectos de elaboración propia del investigador.
- Cuadros de información indicando los plazos de ejecución contratada, ampliaciones de plazo y tiempo de ejecución real de cada uno de los proyectos analizados, de elaboración propia del investigador.

3.2.3 Fuentes secundarias de información.

Las fuentes secundarias de información se refieren a escritos correspondientes a las experiencias y teorías de otros autores. La descripción de trabajos realizados por otras personas que no participaron en la investigación o difieren de la investigación original. Es decir, la información se obtiene a través de otra persona, libro o material (Monje Álvarez, 2011).

Por lo tanto, las fuentes secundarias son todos los libros, artículos y sitios web consultados para la realización de la investigación; con el fin de obtener la información y conocimientos necesarios sobre investigaciones y trabajos que han realizado terceros.

Las fuentes secundarias consideradas en la presente investigación se indican a continuación:

- Gido, J., & Clements, J. P. (1999). *Administración exitosa de proyectos*. México: International Thomson Editores.
- IPMA. (2015). *Individual Competence Baseline for Project, Programme & Portfolio Management*. Nijkerk, The Netherlands: International Project Management Association Publications.
- IPMA. (2017). *IPMA INTERNATIONAL PROJECT MANAGEMENT ASSOCIATION*. Obtenido de IPMA Main Brochure 2017 (ENG): <https://www.ipma.world/about-us/>

- Leticia Leiva, M. (2015). Propuesta de pautas básicas de buenas prácticas de Vinculación Tecnológica para el mejoramiento y fortalecimiento de la gestión de la Oficina de Vinculación Tecnológica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Entre Ríos. *FABICIB: Facultad De Bioquímica Y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Del Litoral*, 250-251.
- Lozano Serna, S., Patiño Galindo, I., Gómez-Cabrera, A., & Torres, A. (2018). Identificación de factores que generan diferencias de tiempo y costos en proyectos de construcción en Colombia. *Ingeniería Y Ciencia*, 117-151.
- Mata Mena, L. G. (2011). *Guía para la administración de proyectos de construcción en la Oficina de Ingeniería del ITCR*. Proyecto de graduación de Maestría, Tecnológico de Costa Rica, Cartago.
- PMI. (2017). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®)* (Sexta ed.). Newtown Square, Pensilvania 19073-3299 EE.UU.: Project Management Institute, Inc.
- Romano, G., & Yacuzzi, E. (2011). ELEMENTOS DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS. *Documentos de Trabajo*, 1-30.
- Sapag, N., Sapag, R., & Sapag, J. M. (2014). *Preparación y evaluación de proyectos* (Sexta ed.). México: McGraw-Hill.
- TEC. (agosto de 2018). *Tecnológico de Costa Rica*. Obtenido de www.tec.ac.cr
- Turley, F. (2010). *The PRINCE2® Training Manual*. United Kingdom: AXELOS Limited.
- Turley, F. (2013). *An Introduction to PRINCE2®*. United Kingdom: AXELOS Limited.

- Verdugo González, D., & Salazar Hornig, E. (2012). MODELO DE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS EN PYMES DE SERVICIOS DE INGENIERÍA. *Revista Ingeniería Industrial*, 5-18.
- Wysocki, R., Beck, R., & Crane, D. (2013). Principios de la gestión de proyectos. *IEEM Revista De Negocios*, 40-44.

3.3 Variables y categorías de análisis

Una variable es, según Monje (2011), una característica o propiedad de la realidad que puede variar entre individuos o conjuntos. Esto incluye cualquier aspecto o propiedad de la realidad que pueda tener un valor.

Además, el autor presenta los diferentes tipos de variables, las cuales se clasifican en cualitativas, cuantitativas, dependientes, independientes e intervinientes.

Las variables cualitativas son las propiedades que no se pueden medir en términos de cantidad de dicha propiedad, sino que se indica únicamente su presencia o tipo.

Las variables cuantitativas son las propiedades que sí pueden ser medidas de acuerdo con una cantidad o valor numérico. Estas a su vez se dividen en continuas, que pueden tomar cualquier valor numérico dentro de un intervalo, y en discontinuas o discretas, las cuales únicamente pueden tomar valores enteros o ciertos valores específicos, debido a que la unidad de medición no puede ser fraccionada.

Las variables dependientes son producto de los cambios esperados o producidos por una variable independiente.

Las variables independientes son las características, propiedades o causas del fenómeno estudiado.

Las variables intervinientes son las variables que pueden afectar de manera positiva o negativa el resultado de un estudio.

De acuerdo con cada uno de los objetivos específicos definidos en la sección 1.5.2 del capítulo 1, se definieron las variables y categorías asociadas a partir de dos aspectos: la definición conceptual, es decir el significado de cada variable y la definición operacional, que establece los instrumentos o técnicas previstas.

A continuación, se presenta en el cuadro 3.1 cada una de las variables o categorías y sus definiciones.

Cuadro 3.1 *Definiciones de variables o categorías de cada objetivo específico.*

Objetivo Específico 1		
Determinar la situación actual en función de las prácticas de gestión de proyectos, para la creación de un diagnóstico en la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica		
Variable o categoría	Definición conceptual	Definición operacional
Estados de la situación actual de la gestión de proyectos.	Elementos que definen los procedimientos y las herramientas actuales de la gestión de proyectos.	Determinación de los elementos característicos de la gestión actual de los proyectos.
Objetivo Específico 2		
Revisar las buenas prácticas de la industria en función de las necesidades de la gestión de los proyectos del Tecnológico de Costa Rica, para la obtención de un marco de referencia.		
Variable o categoría	Definición conceptual	Definición operacional
Buenas prácticas de la industria.	Conjunto de acciones que ayudan a la obtención de resultados positivos en la gestión de proyectos.	Identificación de los elementos de las buenas prácticas de la industria acorde a las necesidades de la organización.

Continuación de Cuadro 3.1

Objetivo Específico 3		
Establecer las brechas existentes entre los hallazgos de la situación actual y las buenas prácticas, por medio de un análisis comparativo de las necesidades de la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica.		
Variable o categoría	Definición conceptual	Definición operacional
Brechas existentes	Comparación de los procedimientos actuales y las buenas prácticas	Identificar las brechas existentes para la definición de una solución propuesta.
Objetivo Específico 4		
Diseñar los procedimientos y herramientas basándose en un estándar de gestión de proyectos en función de los requisitos identificados para la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica		
Variable o categoría	Definición conceptual	Definición operacional
Modelo de solución propuesta	Conjunto de procedimientos y herramientas necesarios para mejorar la gestión de proyectos de la oficina en función de los hallazgos identificados en las brechas	Propuesta de la solución acorde a los resultados obtenidos a partir de las brechas identificadas.
Objetivo Específico 5		
Proponer las acciones necesarias de la implementación del modelo propuesto para la generación de un cronograma y un presupuesto preliminar de su puesta en marcha en la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica.		
Variable o categoría	Definición conceptual	Definición operacional
Acciones necesarias para la implementación del modelo	Plan con el procedimiento para realizar la implementación del modelo, indicando las actividades a realizar, tiempos y costos.	Se busca definir las acciones para implementar el modelo obtenido mediante un cronograma, un presupuesto y una EDT.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

3.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Para Monje (2011), el proceso de recolección de datos para una investigación, se realiza mediante métodos e instrumentos; los cuales pueden ser directos como la observación y la entrevista o indirectos como los cuestionarios y formatos. La selección de un método depende de los objetivos que se quieran alcanzar, el diseño del estudio, personal, tiempo y recursos disponibles para este fin.

A continuación, se presentan las técnicas e instrumentos considerados en el proceso de recolección de datos para esta investigación:

3.4.1 Revisión documental.

Su objetivo es tener conocimiento de lo que se ha publicado relacionado con la investigación, lo que le puede sugerir al investigador nuevas ideas sobre su planteamiento y métodos de trabajo empleados en casos similares. Sin embargo, el investigador debe tener presente que mucha información solo describe medias verdades o copias refundidas de publicaciones anteriores, por lo tanto, se requiere de una buena selección de la información. (Sánchez, 2004)

La revisión documental, para Hernández Sampieri *et al.* (2014), es una fuente muy valiosa de información y datos que pueden ayudar a entender el fenómeno central de estudio, de esta manera se permite conocer los antecedentes de un ambiente y las vivencias o situaciones que se producen en él.

En la presente investigación se utilizó esta técnica para examinar los procedimientos y herramientas utilizadas actualmente por la Oficina de Ingeniería con el fin de determinar la situación actual de la organización en función de la gestión de proyectos. Además, esta técnica también se utilizó para obtener las buenas prácticas establecidas para la gestión de proyectos, según los estándares utilizados a nivel mundial y conocer cómo lo realizan otras organizaciones similares.

En el Apéndice A se presenta el formato de ficha bibliográfica utilizada para el registro de la información consultada en la revisión documental.

3.4.2 Encuesta.

Para Barrantes Echavarría (1999), hay dos tipos de encuestas: el cuestionario que se aplica en forma escrita y la entrevista que se aplica oralmente.

Según Hernández Sampieri *et al.* (2014), el cuestionario es uno de los instrumentos más utilizados para recolectar los datos en fenómenos sociales y consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a medir. El contenido de las preguntas es muy variado y se consideran dos tipos de preguntas: preguntas cerradas y preguntas abiertas.

Las preguntas cerradas contienen opciones de respuesta previamente delimitadas con posibilidades de respuesta definidas con anticipación por el investigador. Estas preguntas resultan más fáciles de codificar y analizar.

Las preguntas abiertas no delimitan las opciones de respuesta, por lo cual el número de categorías de respuesta es muy elevado, incluso podría decirse que infinito.

En esta investigación se considera utilizar un cuestionario con preguntas cerradas, como herramienta para obtener información de la situación actual de la Oficina de Ingeniería. El utilizar este tipo de cuestionarios permite analizar y codificar de manera fácil las respuestas obtenidas, estableciendo puntajes para determinar la situación actual de la gestión de proyectos en la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica.

3.4.3 Escala de actitud y opinión.

Para Monje (2011), las escalas de actitud y opinión son instrumentos para medir la intensidad de las actitudes y opiniones de la manera más objetiva posible. Las actitudes no se pueden observar directamente, por lo tanto se recurre al uso de escalas.

La escala de Likert, es el tipo de escala más utilizado para medir actitudes, según Hernández Sampieri *et al.* (2014), fue desarrollado por Rensis Likert en 1932 y consiste en un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones sobre un determinado tema, y se solicita al sujeto que indique en qué grado está de acuerdo con la opinión que se expresa. Para esto se escogen proposiciones que indiquen actitudes u opiniones favorables o desfavorables con respecto al tema por estudiar, para cada proposición se establece una gradación asignando un valor numérico. De esta manera se obtiene una puntuación; respecto a la afirmación y el puntaje total del tema planeado, este se obtiene sumando los valores alcanzados en cada afirmación.

La puntuación se considera alta o baja según la cantidad de afirmaciones y categorías de calificación.

En el Apéndice B se presenta el instrumento utilizado para la aplicación del cuestionario, en el cual se utiliza una escala de Likert, con el fin de determinar la percepción de los entrevistados en relación con la gestión de proyectos y determinar la situación actual en la Oficina de Ingeniería.

3.5 Análisis de datos

En el procesamiento y análisis de datos se muestran cuáles son los productos esperados para cada objetivo específico, cómo se presentará la información y los resultados.

Luego de determinar la situación actual de la Oficina de Ingeniería en función de las prácticas de gestión de proyectos y de conocer las buenas prácticas que se han establecido en la industria, de acuerdo con la información obtenida mediante las técnicas e instrumentos mencionados anteriormente, se realiza un análisis comparativo en el que se descubren las diferencias entre los procedimientos que se realizan actualmente y las buenas prácticas que dicta la experiencia de otras organizaciones.

Con esta técnica se obtienen los puntos en los que se tienen las brechas mayores, estableciendo los aspectos que se deben reforzar y así diseñar una propuesta que incluya los procedimientos y las herramientas necesarias y personalizadas para la Oficina de Ingeniería, con el fin de mejorar la gestión de proyectos y solucionar la problemática presentada en la justificación de la investigación.

En la figura 3.1 se presenta gráficamente el procedimiento realizado para analizar los datos.

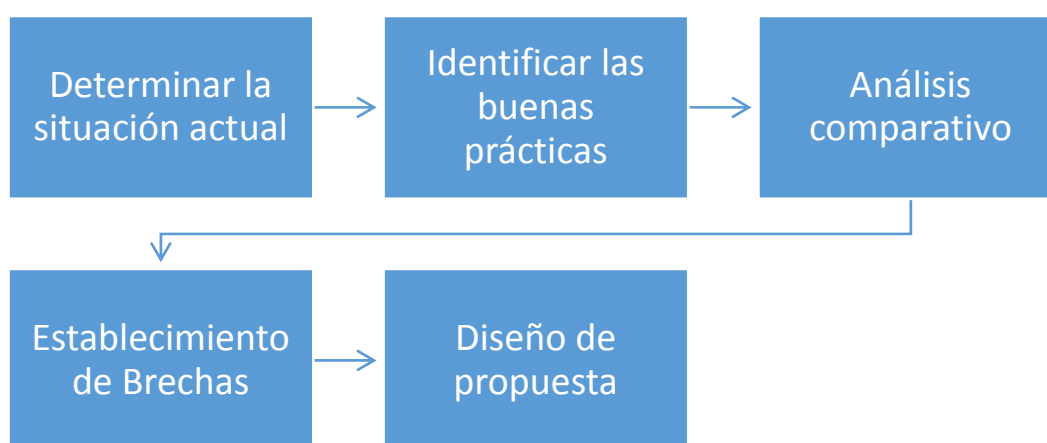


Figura 3.1 Procedimiento de análisis de datos.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

El diseño de la propuesta obedece a las brechas encontradas entre las buenas prácticas en gestión de proyectos y la situación actual de la organización.

3.5.1 Situación actual en gestión de proyectos.

En el objetivo específico número uno, se busca determinar la situación actual de la Oficina de Ingeniería en cuanto a la gestión de proyectos, con el fin de realizar un diagnóstico lo más real posible. Para lograr esto, se utiliza la técnica de revisión documental de los expedientes de los proyectos correspondientes, comprobando de esta manera los procedimientos y herramientas llevados a cabo.

Además, se utilizó el instrumento de cuestionario mostrado en el Apéndice B, el cual se aplicó a 15 de los 20 funcionarios de la Oficina de Ingeniería, entre

los que se encuentran los directores de proyecto, ingenieros inspectores, arquitectos y al director del departamento.

El uso de cuestionarios con preguntas cerradas con posibilidades de respuesta delimitadas, hace que el análisis de los resultados se pueda realizar de manera sencilla, otorgándole un puntaje a cada posible respuesta para obtener un valor total.

Los resultados de los cuestionarios se tabulan indicando el valor obtenido de las respuestas de cada cuestionario, otorgándole un valor del uno al cinco al grado de cumplimiento, utilizando la escala de Likert con las siguientes opciones de respuesta:

1. Nunca.
2. La mayoría de las veces no.
3. Algunas veces sí, algunas veces no.
4. La mayoría de las veces sí.
5. Siempre.

Con el total de los valores obtenidos, se comprueba la situación actual de la gestión de proyectos en la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica, estableciendo: un nivel bajo en la gestión de proyectos, si la puntuación total es menor al 40% de los puntos posibles; medio bajo, si la puntuación se encuentra entre el 41% y el 60% de los puntos posibles; medio alto, si la puntuación se encuentra entre el 61% y el 80%; por último, estableciendo un nivel Alto, si la puntuación es mayor al 80%. De esta manera se obtiene una calificación a la gestión de proyectos actual de la organización.

3.5.2 Buenas prácticas de la industria.

En el objetivo específico número dos, se busca identificar las buenas prácticas de gestión de proyectos en la industria y analizarlas en función de las necesidades de la Oficina de Ingeniería creando un marco de referencia. Para esto, se utiliza la técnica de revisión documental, con el fin de conocer las buenas

prácticas que se han identificado en la gestión de proyectos y métodos utilizados con éxito por distintas organizaciones, incluyendo organizaciones similares a la de estudio.

Para el registro de la revisión documental consultada, se utiliza el formato de ficha bibliográfica que se presenta en el Apéndice A, en el cual se asigna un código de referencia, el nombre del título de la publicación y demás información destacable para tener en cuenta durante la selección de la información que determine el conjunto de acciones que ayudan a la obtención de resultados positivos en la gestión de proyectos de organizaciones similares. De este proceso se desea obtener un marco de referencia para compararlo con la situación actual de la organización estudiada.

3.5.3 Brechas entre la situación actual y las buenas prácticas.

En el objetivo específico número tres, se plantea una comparación para encontrar las diferencias entre los resultados de la situación actual de la Oficina de Ingeniería, obtenidos para el objetivo específico número uno, y las buenas prácticas de la industria, establecidas en el objetivo específico número dos. De esta manera se obtiene como entregable, un cuadro comparativo con las brechas encontradas en cada una de las áreas de alcance, tiempo y costo.

3.5.4 Diseño de procedimientos y herramientas.

En el objetivo específico número cuatro, se analiza el cuadro comparativo y brechas encontradas en el entregable del objetivo específico número tres, y con base en esta información se diseñan los procesos y herramientas; para obtener mejores resultados en la gestión de proyectos mediante una metodología orientada a la disminución de las brechas entre las buenas prácticas y la situación actual de la gestión que se realiza en la Oficina de Ingeniería.

3.5.5 Propuesta para la implementación.

En el objetivo específico número cinco, se toma el modelo obtenido en el objetivo específico número cuatro con los procedimientos y herramientas creadas, se analizan las consideraciones necesarias y se realiza la propuesta correspondiente a las acciones necesarias para realizar la implementación del modelo; detallando las actividades que se deben incluir, asignando el plazo y costo para cada una de estas actividades, dando como resultado final la estructura de desglose del trabajo (EDT), un presupuesto y un cronograma final de la implementación y puesta en marcha del modelo de gestión de proyectos.

Capítulo 4 Análisis de resultados

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos durante la investigación y su respectivo análisis para cumplir con los objetivos específicos uno, dos y tres, definidos en el capítulo uno de este estudio.

En el primer apartado se investigó y analizó la situación actual de la organización con respecto a la gestión de los proyectos en las áreas del alcance, tiempo y costo. En el segundo apartado se realizó un análisis de las buenas prácticas de la gestión de proyectos; obteniendo un marco de referencia. Por último, en el tercer apartado, se hizo una comparación, estableciendo la brecha entre la situación actual y las buenas prácticas.

4.1 Análisis de la situación actual de la organización

Con el fin de obtener el diagnóstico de la situación actual de la organización, se aplicó un cuestionario a funcionarios de la Oficina de Ingeniería y además, se realizó una revisión de la documentación incluida en los expedientes de los proyectos realizados en el periodo analizado, cumpliendo de esta manera con el objetivo específico número uno de esta investigación.

4.1.1 Resultado de la revisión documental.

Se realizó una revisión documental de los expedientes de los proyectos ejecutados por la Oficina de Ingeniería durante el periodo comprendido entre los años 2017 y 2018. Esta revisión documental tuvo como propósito, la comprobación de los procesos que se realizaron realmente en la gestión del alcance, en la gestión del tiempo y en la gestión del costo de los proyectos, para poder definir la situación actual de la organización en estas áreas.

En el cuadro 4.1 se muestran los procesos, documentos y herramientas utilizados por la organización y registrados en los expedientes de los proyectos analizados.

Cuadro 4.1 Resultado de revisión documental de la situación actual.

Área	Proceso	Documentos o herramientas
Gestión del Alcance	Recopilar Requisitos	<ul style="list-style-type: none"> • Reuniones con el usuario para determinar la lista de necesidades. • Minutas de reuniones.
	Definir el alcance	<ul style="list-style-type: none"> • Programa Arquitectónico • Anteproyecto • Planos Constructivos • Especificaciones técnicas. • Cartel de licitación. • Normas Generales.
	Crear la EDT / WBS	<ul style="list-style-type: none"> • Tabla de pagos
	Validar el Alcance	<ul style="list-style-type: none"> • Programa Arquitectónico, aprobado • Anteproyecto, aprobado • Planos Constructivos, aprobado
	Controlar el alcance	<ul style="list-style-type: none"> • Reuniones de coordinación en la etapa de diseño. • Reuniones de inspección en la etapa de ejecución. • Minutas de reuniones. • Formularios para aprobación de equipos y materiales (<i>Submittal</i>). • Órdenes de cambio.
Gestión del Cronograma	Definir las actividades	<ul style="list-style-type: none"> • La tabla de pagos es la base para el cronograma de la ejecución de la obra.
	Desarrollar el Cronograma	<ul style="list-style-type: none"> • Cronograma de la obra desarrollado por el contratista, incluye diagrama de Gantt en Project con duraciones y dependencias. Únicamente de la etapa de ejecución de la obra.
	Controlar el cronograma	<ul style="list-style-type: none"> • Reuniones de inspección en la etapa de ejecución. • Solicitudes de ampliación de plazo. • Aprobaciones de ampliación de plazo. • Minutas de reuniones.
Gestión de los costos	Estimar los costos	<ul style="list-style-type: none"> • Base de datos con precios unitarios de las ofertas de proyectos anteriores.
	Determinar el presupuesto	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de mercado.
	Controlar los costos	<ul style="list-style-type: none"> • Oferta económica del contratista adjudicado. • Tabla de pagos. • Presupuesto detallado del contratista. • Tabla de precios unitarios de la oferta. • Formularios de órdenes de cambio.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En esta revisión documental, se descubrió que hay procesos que no se realizan de una manera estandarizada, sino que se realizan de acuerdo al criterio de cada profesional encargado en cada proyecto.

El inicio del proyecto no se registra mediante un documento formal como un acta de constitución, en el que se establezcan los aspectos importantes del proyecto como el propósito, los objetivos, descripción del alcance preliminar, cronograma y presupuesto asignado.

No se encontró ningún registro de lecciones aprendidas de proyectos anteriores que se utilicen para tener en consideración en los proyectos nuevos.

La recolección de requisitos para la definición del alcance la realiza el arquitecto encargado en conjunto con el usuario, sin la presencia del coordinador del proyecto ni los ingenieros de áreas como la eléctrica, mecánica, telecomunicaciones y estructural. Esto ocasiona reprocesos en la definición del alcance, ya que estos profesionales se incorporan al proyecto cuando el arquitecto termina el anteproyecto provocando cambios debido a los requerimientos de cada disciplina.

La definición del alcance y la recolección de requisitos carecen de procedimientos y herramientas estandarizadas que ayuden definición clara del alcance y a la validación posterior.

La validación del alcance se realiza con la aprobación y firma del anteproyecto y los planos constructivos por parte del usuario y la dirección de la Oficina de Ingeniería. Esta aprobación es muy importante para la verificación del cumplimiento de los requerimientos del usuario, sin embargo, cuando se realiza esta aprobación de los planos no se le realiza una explicación detallada del contenido de los planos al usuario, por lo tanto en ocasiones se han presentado malas interpretaciones del alcance debido a que la lectura e interpretación de los planos no es parte de la especialidad del usuario.

La gestión del cronograma se enfoca principalmente en la fase de ejecución y se realiza de acuerdo al cronograma realizado por la empresa constructora contratada para realizar la obra. No se registra la creación de un cronograma detallado para el ciclo de vida completo del proyecto, por lo tanto tampoco su control y seguimiento.

Durante los procesos de planeación y diseño, no se realiza ningún tipo de control de los costos del proyecto. La estimación de los costos se realiza de manera preliminar una vez que se cuentan con los planos constructivos completos, por lo tanto esta estimación puede superar el presupuesto asignado al proyecto, obligando a la modificación del alcance o a la búsqueda de fondos adicionales para poder realizar el proyecto.

Además la estimación de los costos no se realiza mediante un presupuesto detallado, sino que se calcula utilizando precios unitarios promedio, lo cual puede generar diferencias significativas con el costo real ofertado por las empresas constructoras.

4.1.2 Resultado del cuestionario aplicado.

Para el análisis de la situación actual se utilizó el cuestionario que se presenta en el Apéndice B, el cual se aplicó a los sujetos de información definidos en la sección 3.2.1 del marco metodológico, con un total de 15 encuestados, todos estos, funcionarios de la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica, quienes fueron parte en la gestión de los proyectos desarrollados por dicho departamento.

En el cuestionario se presentó una serie de 32 afirmaciones relacionadas con la gestión de los proyectos realizada por la Oficina de Ingeniería en las áreas de alcance, tiempo y costo, se le solicitó a cada entrevistado que evaluara, basado en su experiencia, el nivel de cumplimiento de cada una de las afirmaciones que se presentaron en el cuestionario, indicando con un valor del uno al cinco el grado de cumplimiento utilizando la escala de Likert con las siguientes opciones de respuesta:

1. Nunca.
2. La mayoría de las veces no.
3. Algunas veces sí, algunas veces no.
4. La mayoría de las veces sí.
5. Siempre.

De esta manera se tomó la puntuación de cada uno de los encuestados, se sumaron los valores correspondientes a cada afirmación y se comparó con el puntaje máximo posible, obteniendo una calificación porcentual de cumplimiento según el criterio brindado por los sujetos de información.

El resultado de cada uno de los cuestionarios aplicados se muestra en el Anexo 1.

El puntaje obtenido es el resultado de la suma las puntuaciones otorgadas por los encuestados. El puntaje máximo corresponde a la puntuación máxima posible, considerando que la puntuación máxima que pudo otorgar cada encuestado por afirmación es de cinco y el total de sujetos encuestados es de 15, el puntaje máximo posible es de 75 para cada una de las afirmaciones. El porcentaje de cumplimiento se calcula dividiendo el puntaje obtenido entre el puntaje máximo posible.

A continuación, se presentan las tablas con los valores de los puntajes totales obtenidos por aspecto evaluado, los puntajes máximos y el porcentaje de cumplimiento según lo expresado por las personas encuestadas, de acuerdo con la experiencia de cada encuestado.

En la tabla 4.1 se muestran los resultados de la situación actual en la gestión de proyectos de manera general, obteniendo como resultado total un porcentaje de cumplimiento del 60%, lo que representa un nivel medio de gestión de acuerdo con la calificación establecido en la sección 3.5.1 de este estudio. Los aspectos que se destacaron con mejor puntuación fueron: las reuniones periódicas de control y la elaboración de las minutas de dichas reuniones, los cuales alcanzaron un nivel alto de gestión. Por otro lado, los aspectos con calificación

menor fueron: la realización de un acta de constitución del proyecto y los índices de medición del éxito de los proyectos, con un nivel bajo de gestión.

Tabla 4.1 Resultados de la situación actual en gestión de proyectos.

N°	Aspecto evaluado	Puntaje Obtenido	Puntaje Máximo	Porcentaje
1	Acta de constitución del proyecto.	32	75	43%
2	Procesos definidos y estandarizados mediante herramientas y plantillas únicas.	43	75	57%
3	Reuniones periódicas de seguimiento y control	68	75	91%
4	Minutas de reuniones con compromisos y avance.	65	75	87%
5	Registro de lecciones aprendidas	42	75	56%
6	Índices de medición del éxito de los proyectos	21	75	28%
TOTAL		271	450	60%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Los resultados obtenidos de la situación actual en la gestión de los proyectos concuerdan con la revisión documental realizada, en la que se comprobó la realización de reuniones periódicas de seguimiento y control con su respectivo registro mediante minutas en las que se indican el avance y se establecen los compromisos. Además se comprueba el incumplimiento con respecto a la realización del acta de constitución, índices de medición, registro de lecciones aprendidas y procesos estandarizados.

En la tabla 4.2 se muestran los resultados de la situación actual en la gestión del alcance de los proyectos, obteniendo como resultado total un porcentaje de cumplimiento del 68%, lo que representa un nivel medio alto de gestión de acuerdo con la calificación establecido en la sección 3.5.1 de este estudio. Los aspectos que se destacaron con mejor puntuación fueron: la recopilación de los requisitos de los interesados y la validación del alcance, los

cuales alcanzaron un nivel alto de gestión. Por otro lado, los aspectos con calificación menor fueron: la Estructura de Desglose del Trabajo EDT y el registro de lecciones aprendidas, con un nivel bajo de gestión.

Tabla 4.2 *Resultados de la situación actual en gestión del alcance.*

N°	Aspecto evaluado	Puntaje Obtenido	Puntaje Máximo	Porcentaje
7	Planificación de los procesos para definir y controlar el alcance.	47	75	63%
8	Recopilación de los requisitos de los interesados.	63	75	84%
9	Documento con las necesidades de los interesados.	53	75	71%
10	Documento de los entregables del proyecto.	50	75	67%
11	Estructura de desglose del trabajo (EDT / WBS)	36	75	48%
12	Validación del alcance.	65	75	87%
13	Monitoreo y control del alcance.	57	75	76%
14	Proceso integrado de control de cambios.	58	75	77%
15	Registro de lecciones aprendidas.	31	75	41%
TOTAL		460	675	68%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

La recopilación de los requisitos obtuvo buen puntaje entre las personas encuestadas, pero en la revisión documental se demostró que aunque si se realiza en los proyectos no se hace de una manera ordenada o estandarizada sino que se depende del criterio de cada profesional. Por otro lado se comprueba la falta de un registro de lecciones aprendidas.

En la tabla 4.3 se muestran los resultados de la situación actual en la gestión del cronograma de los proyectos, obteniendo como resultado total un porcentaje de cumplimiento del 67%, lo que representa un nivel medio alto de gestión de acuerdo con la calificación establecido en la sección 3.5.1 de este

estudio. Los aspectos que se destacaron con mejor puntuación fueron: la secuencia lógica de las actividades, el desarrollo del cronograma y el control del cronograma, los cuales alcanzaron un nivel alto y medio alto de gestión. Por otro lado, los aspectos con calificación menor fueron: la estimación de la duración de las actividades, el proceso de control de cambios y el registro de lecciones aprendidas, con un nivel medio bajo y bajo de gestión.

Tabla 4.3 Resultados de la situación actual en gestión del cronograma.

N°	Aspecto evaluado	Puntaje Obtenido	Puntaje Máximo	Porcentaje
16	Planificación de los procesos para definir y controlar el cronograma.	52	75	69%
17	Definición de las actividades.	49	75	65%
18	Secuencia lógica de las actividades.	61	75	81%
19	Estimación de la duración de las actividades.	45	75	60%
20	Desarrollo del cronograma.	61	75	81%
21	Seguimiento y control del cronograma.	58	75	77%
22	Proceso integrado de control de cambios.	47	75	63%
23	Registro de lecciones aprendidas.	31	75	41%
TOTAL		404	600	67%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En la gestión del cronograma, obtuvo mayor puntaje la secuencia lógica de las actividades y el desarrollo del cronograma, siendo estas actividades realizadas por la empresa constructora encargada de realizar la obra únicamente en la fase de ejecución. La gestión del cronograma se debe realizar en todas las fases del ciclo de vida del proyecto. Por otro lado se comprueba la falta de un registro de lecciones aprendidas en la gestión del cronograma.

En la tabla 4.4 se muestran los resultados de la situación actual en la gestión del costo de los proyectos, obteniendo como resultado total un porcentaje de cumplimiento del 65%, lo que representa un nivel medio alto de gestión de acuerdo con la calificación establecido en la sección 3.5.1 de este estudio. Los aspectos que se destacaron con mejor puntuación fueron: la base de datos con precios de proyectos anteriores y el proceso integrado de control de cambios, los cuales alcanzaron un nivel alto y medio alto de gestión. Por otro lado, los aspectos con calificación menor fueron: la planificación de los procesos del presupuesto, herramientas para elaborar un presupuesto y el registro de lecciones aprendidas, con un nivel medio bajo de gestión.

Tabla 4.4 Resultados de la situación actual en gestión del costo.

N°	Aspecto evaluado	Puntaje Obtenido	Puntaje Máximo	Porcentaje
24	Planificación de los procesos para estimar y controlar los costos de los proyectos.	48	75	64%
25	Cuantificación de los recursos necesarios y sus costos.	49	75	65%
26	Base de datos con precios de proyectos anteriores.	62	75	83%
27	Ingeniería de valor para maximizar los recursos y disminuir los costos.	48	75	64%
28	Herramientas y técnicas para la elaboración del presupuesto.	45	75	60%
29	Elaboración de un presupuesto.	48	75	64%
30	Seguimiento y control del presupuesto.	51	75	68%
31	Proceso integrado de control de cambios.	54	75	72%
32	Registro de lecciones aprendidas.	37	75	49%
TOTAL		442	675	65%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Los resultados obtenidos de la gestión del costo concuerdan con la revisión documental realizada, en la que se comprobó la existencia de una base de datos

con unitarios de proyectos anteriores y un proceso de control de cambios mediante formularios de órdenes de cambio. Además se comprueba la falta de un registro de lecciones aprendidas en la gestión del costo.

De manera gráfica se muestra en la figura 4.1 los resultados obtenidos totales por cada área evaluada, teniendo un valor de 60% a la gestión de proyectos de manera general, un 68% a la gestión del alcance, un 67% a la gestión del tiempo y por último un 65% a la gestión del costo. Todos estos datos en comparación al puntaje máximo posible.

Estos resultados se ubican cerca del límite inferior del intervalo de calificación medio alto de gestión, que se estableció entre el 60% y el 80%, lo que indica que actualmente la gestión de los proyectos de la Oficina de Ingeniería tiene algunos aspectos en los que ha realizado una gestión adecuada, pero también tiene muchos aspectos en los cuales debe mejorar para alcanzar una gestión de proyectos más eficiente. Esto se refleja en cada una de las áreas analizadas, en las que se identifican algunos aspectos con calificación alta, media y baja.

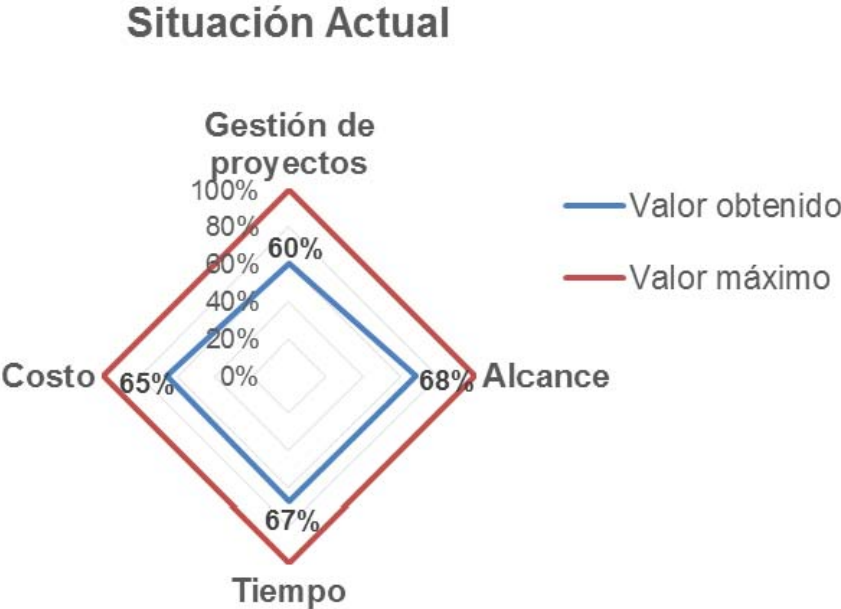


Figura 4.1 Resultados obtenidos de la situación actual.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Como principal resultado de la utilización de esta herramienta es el diagnóstico de la situación actual de la organización y la identificación tanto de los aspectos en los que se han hecho valiosos aportes como también los aspectos en los que se deben mejorar para hacer más eficiente la gestión de los proyectos de la Oficina de Ingeniería.

Entre los hallazgos más importantes, obtenidos mediante la evaluación de las personas entrevistadas, están: el incumplimiento de un documento formal para el inicio del proyecto como lo es el acta de constitución, la falta de índices de medición, la ausencia de un registro de lecciones aprendidas, la falta de procesos y herramientas bajo un estándar definido y la necesidad de herramientas para la elaboración de presupuestos.

4.2 Buenas prácticas para la gestión de proyectos

Para obtener las buenas prácticas en la gestión de proyectos, se analizaron los estándares internacionales presentados en el capítulo dos de esta investigación y se determinó que, el estándar del PMI mediante su Guía del PMBOK® proporciona las buenas prácticas para la gestión de los proyectos a nivel mundial, ofreciendo una mayor descripción detallada de los procesos, herramientas y técnicas, los cuales facilitan y orientan la gestión de proyectos.

Por este motivo, se elige el estándar del PMI y su Guía del PMBOK® para la revisión de las buenas prácticas en la gestión de los proyectos. En esta guía se detallan las entradas, herramientas y salidas de cada uno de los procesos que se sugieren que se deben realizar como buenas prácticas para realizar una gestión de proyectos eficiente.

En el cuadro 4.2 se resumen los principales procesos, herramientas, técnicas y documentos según las buenas prácticas identificadas para la gestión de los proyectos de la Oficina de Ingeniería.

Cuadro 4.2 Buenas prácticas para la gestión de proyectos según el PMI.

Área	Proceso	Documentos o herramientas
Gestión del Alcance	Planificar la gestión del alcance	<ul style="list-style-type: none"> • Acta de constitución del proyecto. • Activos de los procesos de la organización. • Análisis de alternativas. • Reuniones. • Plan de gestión del alcance. • Plan de gestión de los requisitos.
	Recopilar Requisitos	<ul style="list-style-type: none"> • Registro de interesados. • Registro de lecciones aprendidas. • Activos de la Organización. • Recopilación de datos. • Documentación de requisitos. • Matriz de trazabilidad de requisitos.
	Definir el alcance	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos. • Análisis de alternativas. • Enunciado del alcance del proyecto.
	Crear la EDT / WBS	<ul style="list-style-type: none"> • Descomposición de actividades. • Línea base del alcance.
	Validar el Alcance	<ul style="list-style-type: none"> • Entregables aceptados. • Solicitudes de cambio.
	Controlar el alcance	<ul style="list-style-type: none"> • Solicitudes de cambio. • Información del desempeño del trabajo. • Actualizar registro de lecciones aprendidas.
Gestión del Cronograma	Planificar la gestión del cronograma	<ul style="list-style-type: none"> • Acta de constitución del proyecto. • Activos de los procesos de la organización. • Plan de gestión del cronograma.
	Definir las actividades	<ul style="list-style-type: none"> • Lista de actividades.
	Secuenciar las actividades	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de las dependencias. • Diagrama de red del cronograma del proyecto.
	Estimar la duración de las actividades	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos. • Estimación de las duraciones.
	Desarrollar el Cronograma	<ul style="list-style-type: none"> • Ruta crítica. • Análisis de escenarios. • Línea base del cronograma. • Cronograma del proyecto.
	Controlar el cronograma	<ul style="list-style-type: none"> • Información de desempeño del trabajo. • Solicitudes de cambio. • Actualizar base de las estimaciones. • Actualizar registro de lecciones aprendidas.

Continuación del cuadro 4.2

Área	Proceso	Documentos o herramientas
Gestión de los costos	Planificar la gestión de los costos	<ul style="list-style-type: none"> • Acta de constitución del proyecto. • Activos de los procesos de la organización. • Plan de gestión de los costos.
	Estimar los costos	<ul style="list-style-type: none"> • Registro de lecciones aprendidas. • Juicio de expertos. • Estimaciones de costos.
	Determinar el presupuesto	<ul style="list-style-type: none"> • Cronograma del proyecto. • Costos agregados. • Juicio de expertos. • Línea base de costos.
	Controlar los costos	<ul style="list-style-type: none"> • Información de desempeño del trabajo. • Solicitudes de cambio. • Actualizar base de las estimaciones. • Actualizar registro de lecciones aprendidas.

Fuente: Elaboración propia, basado en la Guía del PMBoK® (PMI, 2017).

Las buenas prácticas detectadas conforman el marco de referencia para la comparación con la situación actual de la organización y la toma de acciones en busca de la obtención de resultados positivos en la gestión de proyectos, cumpliendo así con el objetivo específico número dos de esta investigación.

4.3 Brecha entre la situación actual y las buenas prácticas.

Luego de obtener el diagnóstico de la situación actual de la organización basado en el cuestionario aplicado, revisión documental realizada y el estudio de las buenas prácticas de la industria, en función de las necesidades de la Oficina de Ingeniería, en la gestión de los proyectos en las áreas de alcance, tiempo y costo, se realizó una comparación entre los procesos realizados en la gestión actual y los procesos de gestión recomendados, obteniendo la brecha existente y cumpliendo de esta manera con el objetivo estratégico número tres y sirviendo de base para el planteamiento de la solución propuesta.

4.3.1 Brechas encontradas en la gestión del alcance.

En la organización no se realiza la planificación de la gestión del alcance, únicamente la Dirección de la Oficina de Ingeniería notifica a un arquitecto como encargado de realizar el anteproyecto, para que inicie con la recolección de necesidades para un proyecto en específico y realizar un anteproyecto. Por lo tanto, no se realiza un acta constitutiva del proyecto con la información preliminar necesaria que dé inicio al proceso de planificación del proyecto. Además, la organización actualmente no cuenta con un registro de lecciones aprendidas, ni con una guía estandarizada para el proceso de definir el alcance de los proyectos, cada arquitecto realiza su labor de manera independiente de acuerdo con su experiencia propia.

La recolección de requisitos se realiza mediante reuniones periódicas con el futuro usuario de la edificación, que es uno de los principales interesados del proyecto y es quien realiza las solicitudes de espacios de acuerdo con sus necesidades, pero esta recolección de los requisitos no se realiza bajo una plantilla estandarizada, sino que cada arquitecto la realiza según su criterio.

La definición del alcance del proyecto de manera preliminar se realiza mediante el programa arquitectónico y el anteproyecto.

El programa arquitectónico es un documento en el que se indican la cantidad de espacios o aposentos que llevará la edificación con sus respectivas áreas, usos y cantidades de usuarios o personas destinadas por espacio. Una vez que se cuenta con la aprobación del programa arquitectónico por parte de la Dirección de la Oficina de Ingeniería y el usuario respectivo, el arquitecto realiza el anteproyecto en el que presenta de manera gráfica los espacios considerados en el programa arquitectónico.

Cuando el anteproyecto es aprobado, la Dirección de la Oficina asigna al ingeniero coordinador para que se encargue de coordinar la etapa del diseño y confección de planos de cada una de las disciplinas involucradas. La figura del coordinador del proyecto no inicia hasta este momento.

La definición del alcance electromecánico se realiza una vez que se aprueba el anteproyecto, por lo tanto, en algunas ocasiones al definir el alcance electromecánico, se deben hacer modificaciones en el alcance del anteproyecto. El alcance electromecánico se define mediante una lista de las necesidades del usuario.

La EDT es creada mediante una tabla de pagos por el ingeniero coordinador una vez que se cuenta con el juego de planos completos y antes de iniciar la licitación de la obra, con el fin de crear la tabla de pagos y el cronograma que regirán en la ejecución de la obra. Por esta razón, al ser creada después de la terminación de los planos constructivos, no aporta en la planificación del alcance. La EDT debe crearse para ser la base del alcance y guía para la construcción de los planos constructivos y no después.

La validación del alcance se obtiene mediante la aprobación por parte de la dirección de la Oficina de Ingeniería y el usuario de la edificación del programa arquitectónico, el anteproyecto y los planos constructivos de la obra. La aprobación se realiza mediante la firma de los documentos para luego ser archivados en el expediente del proyecto.

El control del alcance se realiza en la fase de planeación mediante la realización de reuniones frecuentes con el usuario, desde que se define el alcance hasta el proceso de creación de planos, en estas reuniones el usuario hace observaciones y modificaciones.

En la fase de la ejecución, el control del alcance se realiza mediante reuniones de coordinación de inspección semanales en las que se le da seguimiento al proceso constructivo, se realizan aprobaciones de equipos y materiales mediante formularios *submittal* y solicitudes de cambio; en caso de ser necesario modificar el alcance de la obra.

En el cuadro 4.3 se muestra la comparación entre las buenas prácticas y la situación actual en los procesos de la gestión del alcance.

Cuadro 4.3 Brechas encontradas en la gestión del alcance.

Proceso	Mejores prácticas	Situación actual	Brecha
Planificar la gestión del alcance	<ul style="list-style-type: none"> • Acta de constitución del proyecto. • Activos de los procesos de la organización. • Análisis de alternativas. • Reuniones. • Plan de gestión del alcance. • Plan de gestión de los requisitos. 		SI
Recopilar Requisitos	<ul style="list-style-type: none"> • Registro de interesados. • Registro de lecciones aprendidas. • Activos de la Organización. • Recopilación de datos. • Documentación de requisitos. • Matriz de trazabilidad de requisitos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reuniones con el usuario para determinar la lista de necesidades. • Minutas de reuniones. • No se cuenta con un proceso estandarizado para la recolección de requisitos. 	SI
Definir el alcance	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos. • Análisis de alternativas. • Enunciado del alcance del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Programa Arquitectónico • Anteproyecto • Planos Constructivos • Especificaciones técnicas. • Cartel de licitación. • Normas Generales. 	NO
Crear la EDT / WBS	<ul style="list-style-type: none"> • Descomposición de actividades. • Línea base del alcance. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tabla de pagos 	SI
Validar el Alcance	<ul style="list-style-type: none"> • Entregables aceptados. • Solicitudes de cambio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Programa Arquitectónico, aprobado • Anteproyecto, aprobado • Planos Constructivos, aprobado 	NO
Controlar el alcance	<ul style="list-style-type: none"> • Solicitudes de cambio. • Información del desempeño del trabajo. • Actualizar registro de lecciones aprendidas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reuniones de coordinación en la etapa de diseño. • Reuniones de inspección en la etapa de ejecución. • Minutas de reuniones. • Formularios para aprobación de equipos y materiales (<i>Submittal</i>). • Órdenes de cambio. 	SI

Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.3.2 Brechas encontradas en la gestión del cronograma.

En la gestión del cronograma, igual que en el alcance, no se realiza la planificación de los procesos para definir el cronograma, ni existe un registro para la definición de las duraciones y secuencia de las actividades de la EDT en las diferentes etapas del proyecto. La estimación del cronograma se realiza únicamente mediante el criterio experto del Director de la Oficina de Ingeniería, sin el seguimiento de un proceso estandarizado, ni parámetros de estimación.

El proyecto no cuenta con un cronograma bien establecido en las etapas tempranas de este, es hasta la ejecución que se documenta un cronograma de la obra realizado por la empresa constructora en el que se detalla la duración, la secuencia y dependencia de las actividades. La empresa constructora realiza su cronograma de acuerdo con el tiempo estipulado por la Dirección de la Oficina de Ingeniería en la Licitación para la ejecución de la obra.

El control del cronograma se realiza mediante reuniones periódicas en las que se realiza el seguimiento y se verifica el avance real en comparación con el avance planificado.

En el cuadro 4.4 se muestra la comparación entre las buenas prácticas y la situación actual en los procesos de la gestión del cronograma.

Cuadro 4.4 Brechas encontradas en la gestión del cronograma.

Proceso	Mejores prácticas	Situación actual	Brecha
Planificar la gestión del cronograma	<ul style="list-style-type: none"> • Acta de constitución del proyecto. • Activos de los procesos de la organización. • Plan de gestión del cronograma. 		SI
Definir las actividades	<ul style="list-style-type: none"> • Lista de actividades. 	<ul style="list-style-type: none"> • La tabla de pagos es la base para el cronograma de la ejecución de la obra. 	NO
Secuenciar las actividades	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de las dependencias. • Diagrama de red del cronograma del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Criterio de la dirección de la Oficina de Ingeniería. 	NO
Estimar la duración de las actividades	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos. • Estimación de las duraciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Criterio de la dirección de la Oficina de Ingeniería. 	NO
Desarrollar el Cronograma	<ul style="list-style-type: none"> • Ruta crítica. • Análisis de escenarios. • Línea base del cronograma. • Cronograma del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> • El cronograma de la obra es desarrollado por el contratista, incluye diagrama de Gantt en Project con duraciones y dependencias. Únicamente de la etapa de ejecución de la obra. 	SI
Controlar el cronograma	<ul style="list-style-type: none"> • Información de desempeño del trabajo. • Solicitudes de cambio. • Actualizar base de las estimaciones. • Actualizar registro de lecciones aprendidas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reuniones de inspección en la etapa de ejecución. • Solicitudes de ampliación de plazo. • Aprobaciones de ampliación de plazo. • Minutas de reuniones. 	SI

Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.3.3 Brechas encontradas en la gestión de los costos.

De igual manera que en las áreas anteriores, no se realiza la planificación de los procesos para estimar los costos de los proyectos.

La estimación de los costos del proyecto se realiza de manera general utilizando precios unitarios promedio de la base de datos de proyectos anteriores. No se realiza una estimación detallada de cada una de las actividades de la EDT.

El presupuesto se realiza de manera preliminar, una vez que se cuenta con los planos constructivos, no se realizan estimaciones previas. Por lo tanto, hasta cuando se tienen los planos, se genera un estimado del costo del proyecto, lo que puede provocar que el monto total de la obra supere el monto disponible designado para la realización del proyecto, forzando a variar el alcance radicalmente; o bien la administración se ve obligada a buscar los fondos faltantes para realizar el proyecto.

Durante los procesos de planeación no se realiza ningún tipo de control de los costos del proyecto. Una vez adjudicada la obra, se da el seguimiento y control del avance económico de la obra realizando órdenes de cambio para registrar las variaciones en costo que se presenten en la ejecución de la obra.

En el cuadro 4.5 se presentan las brechas encontradas en la gestión de costos.

Cuadro 4.5 Brechas encontradas en la gestión de los costos.

Proceso	Mejores prácticas	Situación actual	Brecha
Planificar la gestión de los costos	<ul style="list-style-type: none">• Acta de constitución del proyecto.• Activos de los procesos.• Plan de gestión de los costos.		SI
Estimar los costos	<ul style="list-style-type: none">• Registro de lecciones aprendidas.• Juicio de expertos.• Estimaciones de costos.	<ul style="list-style-type: none">• Se cuenta con una base de datos con los precios unitarios de las ofertas de proyectos anteriores.	NO
Determinar el presupuesto	<ul style="list-style-type: none">• Cronograma del proyecto.• Costos agregados.• Juicio de expertos.• Línea base de costos.	<ul style="list-style-type: none">• Estudio de mercado.	SI
Controlar los costos	<ul style="list-style-type: none">• Información de desempeño del trabajo.• Solicitudes de cambio.• Actualizar base de las estimaciones.• Actualizar registro de lecciones aprendidas.	<ul style="list-style-type: none">• Oferta económica del contratista adjudicado.• Tabla de pagos.• Presupuesto detallado del contratista.• Tabla de precios unitarios de la oferta.• Formularios de órdenes de cambio.	NO

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Capítulo 5 Propuesta de solución

En este capítulo se presenta la propuesta de solución, basada en la brecha identificada, según los resultados obtenidos en el capítulo cuatro.

En el primer apartado se presenta el modelo a seguir para la gestión del alcance, la gestión del tiempo y la gestión de los costos, estableciendo el ciclo de vida, los procesos y herramientas propuestos para mejorar la eficiencia de la gestión de los proyectos de la Oficina de Ingeniería en las áreas del alcance, cronograma y costo. Con la presentación de los procesos y herramientas para la gestión de proyectos, se cumple con el objetivo específico número cuatro de esta investigación.

En el segundo apartado de este capítulo, se proponen las acciones necesarias para la implementación del modelo propuesto en la organización, generando un cronograma y un presupuesto preliminar de su puesta en marcha, entregables que cubren el objetivo específico número cinco de esta investigación.

5.1 Modelo para la gestión del alcance, tiempo y costo

En este apartado se presenta el modelo propuesto para la gestión de los proyectos que realiza la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica.

En este modelo se realiza una propuesta de las fases principales del ciclo de vida de los proyectos, estableciendo los procesos y herramientas necesarias para gestión del alcance, el tiempo y los costos de los proyectos en particular de la Oficina de Ingeniería.

5.1.1 Ciclo de vida de los proyectos

En los proyectos que se realizan en la Oficina de Ingeniería, se detectan cuatro fases principales en el ciclo de vida, las cuales se presentan en la figura 5.1.:

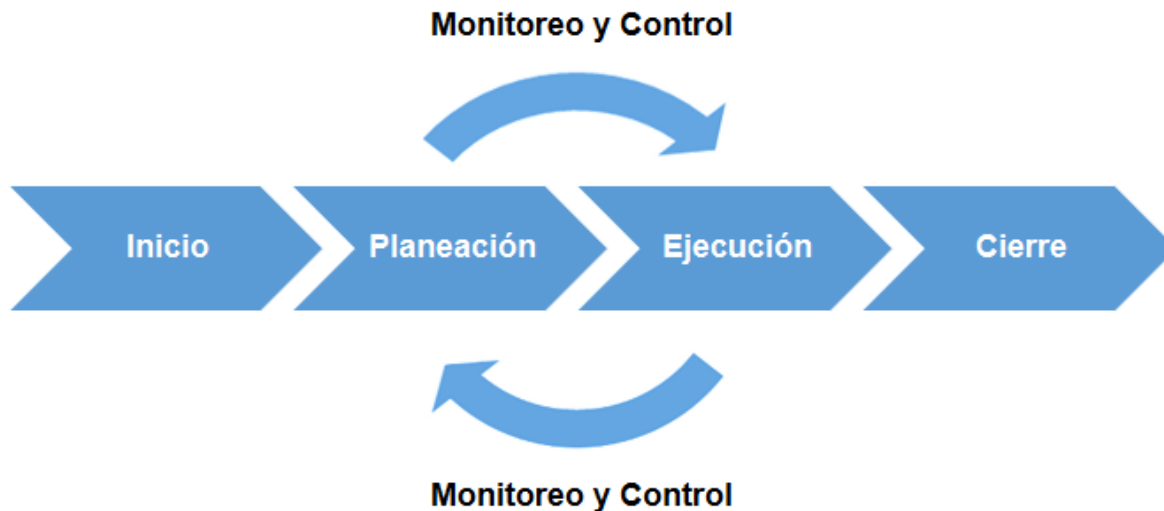


Figura 5.1 Ciclo de vida de los proyectos de la Oficina de Ingeniería.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Como se puede observar, se detallan cuatro fases principales en el ciclo de vida de los proyectos: inicio, planeación, ejecución y cierre. Además de estas fases establecidas, se deben considerar los procesos de monitoreo y control, tanto en la fase de planeación, como en la de ejecución.

A continuación, se describen las fases mencionadas y los procesos principales que se deben considerar en cada una de las fases:

Inicio:

El inicio de un proyecto lo establece la dirección de la Oficina de Ingeniería, mediante una solicitud de inicio del proyecto y este es el banderazo de salida para empezar a planificar el proyecto. En esta fase se determina cuál va a ser el proyecto, su ubicación, fondos económicos disponibles, plazo estimado para realizarlo, interesados, objetivos del proyecto y una descripción del alcance preliminar deseado. Incluye los siguientes procesos:

- Solicitud de inicio de proyecto.
- Acta de Constitución del Proyecto.

Planeación:

La planeación incluye todo lo que se refiere al plan para realizar el proyecto, la recopilación de necesidades, establecer el alcance, realizar el diseño de la obra, elaboración de planos constructivos y proceso de licitación, incluye los siguientes procesos:

- Planificar la gestión del alcance.
- Planificar la gestión del cronograma.
- Planificar la gestión de los costos.
- Recopilación de requisitos.
- Definir el alcance.
- Crear la EDT
- Anteproyecto
- Estimar la duración de las actividades
- Estimar los costos
- Determinar un presupuesto preliminar
- Estudios preliminares
- Diseño
- Elaboración de Planos constructivos y especificaciones técnicas.
- Desarrollar el cronograma
- Elaborar un presupuesto detallado
- Proceso de licitación.
- Monitoreo y control del proceso de planeación del proyecto

Ejecución:

La ejecución del proyecto consiste en la contratación de la empresa constructora encargada para realizar la construcción de la obra producto del proyecto en cuestión, todo el proceso constructivo por parte del contratista y la coordinación e inspección realizada por el equipo de trabajo de la Oficina de Ingeniería. Incluye los siguientes procesos:

- Adjudicación.
- Contrato y orden de compra.
- Orden de inicio
- Tabla de pagos con los costos de la obra.
- Cronograma de la obra.
- Inicio de la obra.
- Construcción de la obra.
- Aprobación de equipos y materiales (*Submittals*).
- Aprobación de avance de obra y facturación.
- Gestión de cambios.
- Cálculo de reajustes de precios.
- Monitoreo y control de la ejecución de la obra.

Cierre:

El cierre del proyecto consiste en la entrega final de la obra por parte del contratista, la revisión de la obra, aprobación y entrega al usuario final, incluye los siguientes procesos:

- Comprobación del alcance.
- Recepción provisional de la obra.
- Entrega de documentación.
- Charlas de capacitación.
- Recepción definitiva de la obra.
- Entrega al usuario.
- Informe final del proyecto
- Lecciones aprendidas.
- Finiquito.

En el Apéndice C se presenta un diagrama de flujo con la propuesta de los procesos para la gestión de los proyectos de la Oficina de Ingeniería.

5.1.2 Gestión del alcance de un proyecto

La gestión del alcance de un proyecto define todo el trabajo que se debe realizar para que este sea un éxito y la verificación del cumplimiento establecido dentro del alcance del proyecto.

Para la gestión del alcance del proyecto se propone el proceso que se muestra en la figura 5.2, basado en las buenas prácticas estudiadas en los capítulos dos y cuatro de esta investigación.

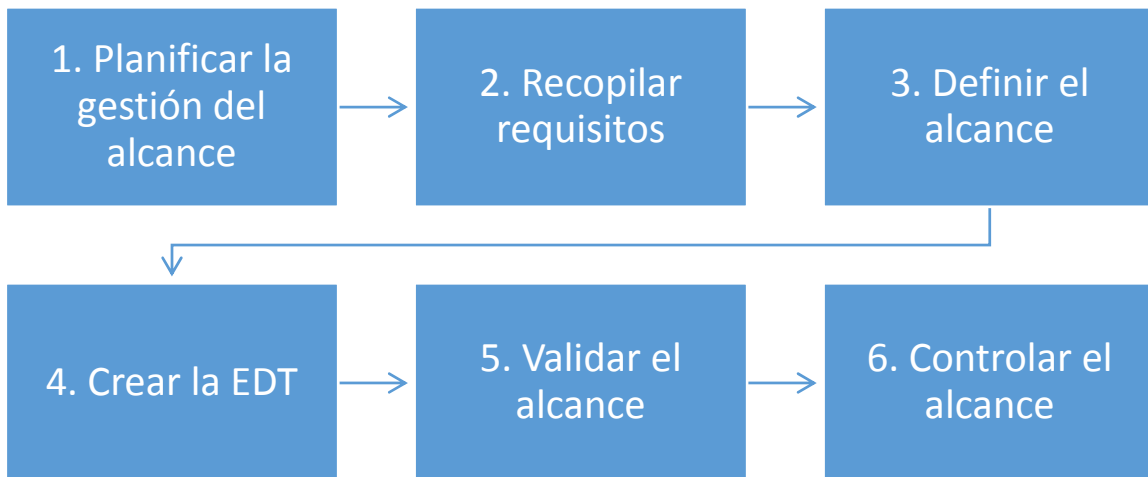


Figura 5.2 Proceso de la gestión del alcance.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

A continuación, se detalla cada uno de los procesos indicados en la gestión de alcance de un proyecto.

5.1.2.1 Planificar la gestión del alcance.

El proceso de planificar la gestión del alcance se inicia con el acta de constitución del proyecto, en la cual se establecen formalmente los objetivos, la justificación y el alcance preliminar del proyecto.

El acta de constitución del proyecto autoriza formalmente el proyecto, presenta su equipo de trabajo, evidencia las necesidades y requerimientos de los interesados. Además, propone un cronograma y un presupuesto asignado preliminar para desarrollar el proyecto, los cuales son la línea base para monitorear y controlar su avance.

En el Apéndice D se propone una plantilla de Acta de Constitución para autorizar el inicio de los proyectos, de acuerdo con las necesidades identificadas en la Oficina de Ingeniería.

Además del Acta de constitución del proyecto, se deben tomar en cuenta los activos de la organización con los procesos utilizados en proyectos anteriores, dándole mucha importancia a los registros de lecciones aprendidas y a los imprevistos de diseño que ocasionaron sobrecostos en proyectos anteriores, los cuales se deben consultar para tomar las medidas necesarias e incluirlas dentro del alcance de los nuevos proyectos, con el propósito de minimizar el riesgo de generar variaciones importantes en el alcance del proyecto a desarrollar.

En el Apéndice I se propone una plantilla para el registro de lecciones aprendidas al final de los proyectos de la Oficina de Ingeniería, este registro será de consulta para la etapa de planificación de nuevos proyectos.

En la figura 5.3 se presentan las entradas, herramientas y salidas del proceso propuesto para planificar la gestión del alcance.

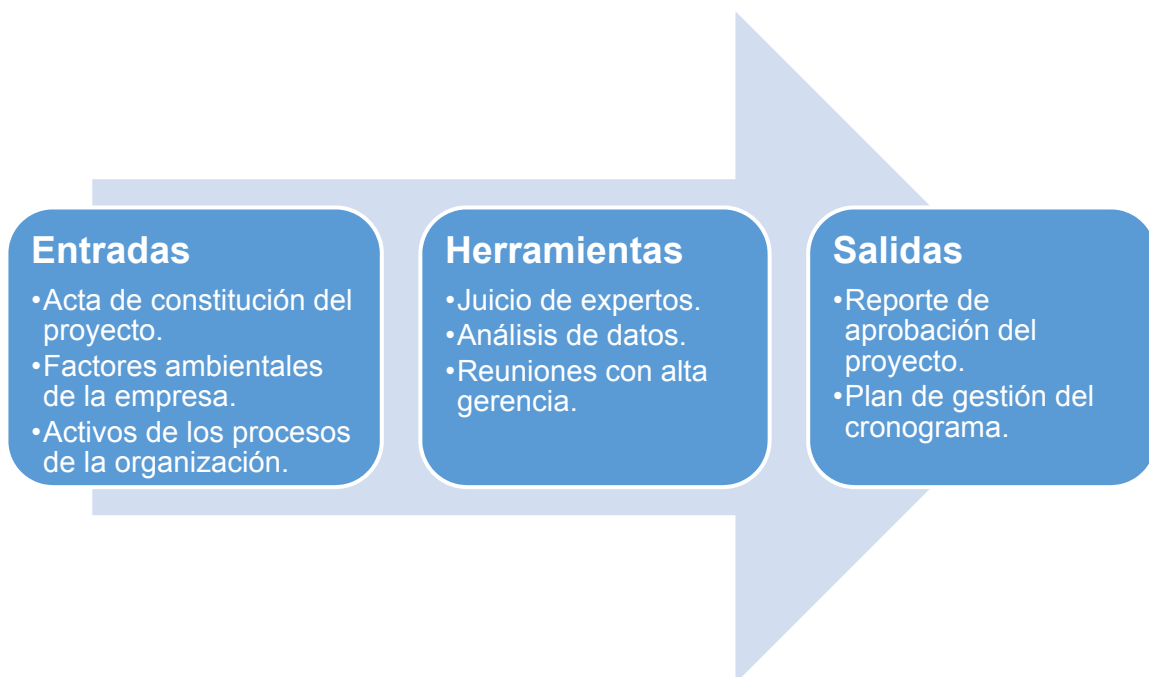


Figura 5.3 Proceso propuesto para planificar la gestión del alcance.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

5.1.2.2 Recopilar requisitos.

En el proceso de recopilar los requisitos se detallan y documentan las necesidades y requisitos de los interesados para cumplir con los objetivos del proyecto.

La recopilación de requisitos es parte de la información presentada en el acta de constitución del proyecto y de la lista de interesados del proyecto, quienes son los que determinan los requerimientos de la obra de construcción producto del proyecto. Una vez analizados los objetivos, justificación, alcance y los interesados del proyecto, se realiza la recolección de la información necesaria mediante entrevistas y reuniones con los interesados, como son el usuario, representantes del DATIC (Departamento de Administración de Tecnologías de Información y Comunicaciones) y del DAM (Departamento de Administración de Mantenimiento), con el fin de establecer las necesidades y requisitos de cada una de las partes.

En la figura 5.4 se presentan las entradas, herramientas y salidas del proceso propuesto de recopilar requisitos.

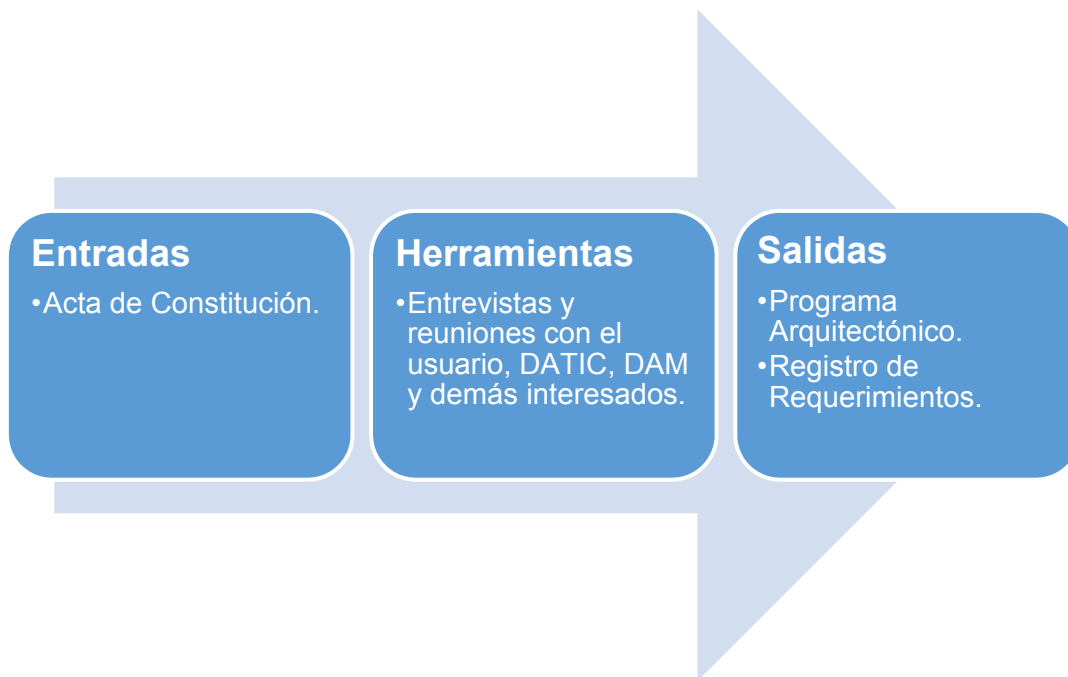


Figura 5.4 Proceso propuesto de recopilar requisitos.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Para este proceso se preparó en esta investigación una plantilla para elaborar el Programa Arquitectónico y una plantilla para el registro de requerimientos. Estos documentos se crearon unificando y estandarizando los procesos llevados a cabo por los diferentes arquitectos, según la información obtenida de los expedientes de los proyectos realizados por la Oficina de Ingeniería.

En la plantilla del Programa Arquitectónico, que se presenta en el Apéndice E, se determinan las oficinas y espacios necesarios, descripción de la función de cada uno, indicando la conexión o cercanía que debe tener con otras unidades o espacios. Además, se especifica la cantidad de usuarios y área de cada espacio.

En el registro de requerimientos, que se presenta en el Apéndice F, se detallan los requerimientos que debe tener cada uno de los espacios establecidos en el Programa Arquitectónico, iniciando con una descripción de la función del espacio para luego determinar los requerimientos de equipos, requerimientos eléctricos, requerimientos mecánicos, sistemas de aire acondicionado, sistemas de supresión de incendio, necesidades de mobiliario y cualquier otro sistema o equipo que se requiera utilizar.

5.1.2.3 Definir el alcance.

En el proceso de definir el alcance se realiza una descripción detallada del proyecto y del producto, estableciendo los límites del producto, que es una obra de construcción, en el caso de los proyectos de la Oficina de Ingeniería.

El alcance se define teniendo como base el acta de constitución, el programa arquitectónico y el registro de requerimientos explicados anteriormente. Con esta información y utilizando el juicio de expertos, el análisis de alternativas y la toma de decisiones, se obtiene inicialmente el Anteproyecto, el cual es revisado y aprobado por los interesados de este. Los principales interesados que revisan y aprueban el anteproyecto son:

- El director de la Oficina de Ingeniería.

- El usuario beneficiado con la obra.
- El DATIC.
- El DAM.
- La DIEE.

En la figura 5.5 se presentan las entradas, herramientas y salidas del proceso propuesto de definir el alcance.

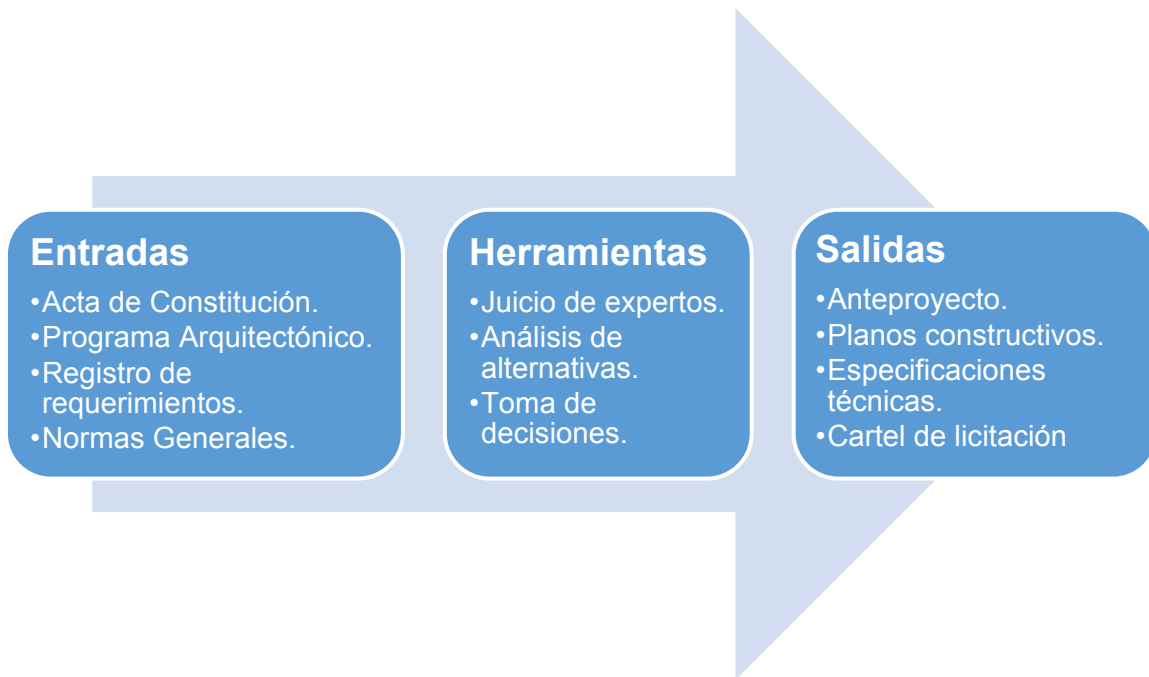


Figura 5.5 Proceso propuesto para definir el alcance.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Con la aprobación formal de estos interesados, se procede a la realización del diseño, elaboración de los planos constructivos, especificaciones técnicas y el cartel de licitación.

5.1.2.4 Crear la EDT.

En el proceso de crear la EDT se subdividen los entregables y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y fáciles de manejar, creando un marco de referencia de lo que se debe entregar.

La EDT se empieza a crear con el anteproyecto, determinando los entregables de cada una de las fases del proyecto y del producto que se desea tener al final de este. Conforme el alcance se va definiendo y detallando cada vez más durante la realización de los planos, la EDT también se va definiendo, e inclusive la EDT ayuda a la verificación de que la totalidad del alcance esté contemplado en los documentos respectivos, como planos y especificaciones técnicas, razón por la cual, la actualización de los documentos del proyecto se indican como parte de las salidas del proceso.

La EDT es la línea base del alcance y es la principal entrada para la realización del cronograma y el presupuesto.

En la figura 5.6 se presentan las entradas, herramientas y salidas del proceso propuesto para crear la EDT.

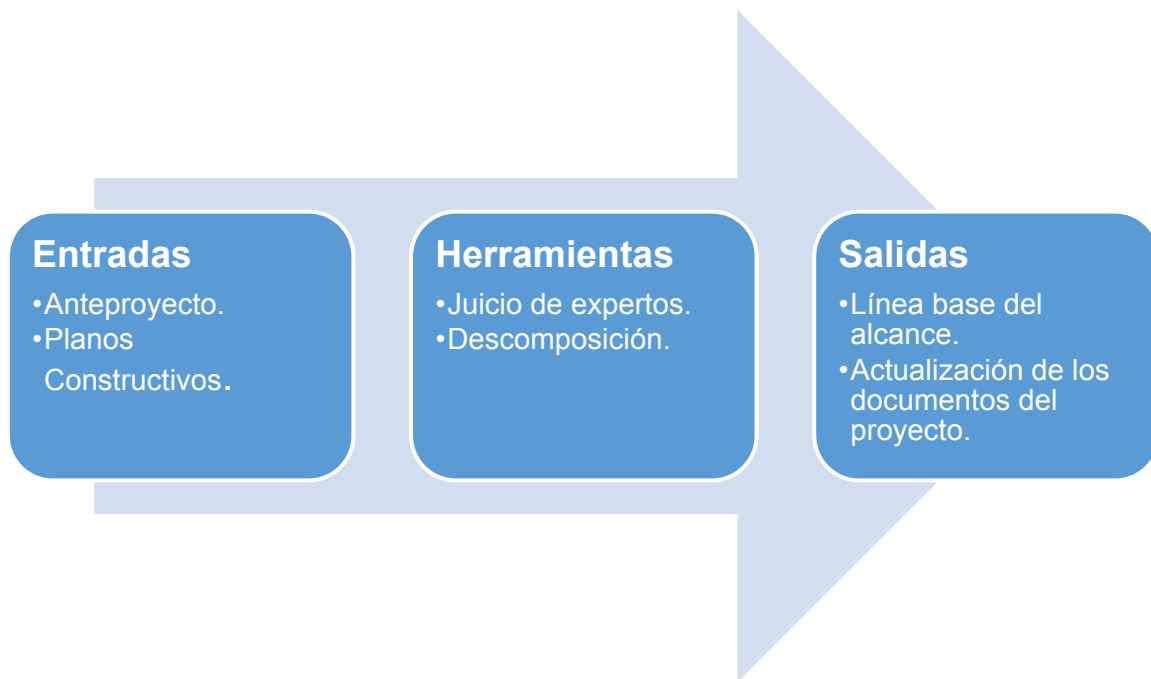


Figura 5.6 Proceso propuesto para crear la EDT.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En esta investigación se crearon dos plantillas de EDT con la estructura básica y característica de los proyectos que realiza la Oficina de Ingeniería.

En el Apéndice G se presenta la plantilla con la estructura de la EDT del proyecto, y en el Apéndice H se presenta la plantilla con la estructura de la EDT del producto del proyecto, que es la construcción en sí de la obra.

En ambas plantillas se presentan sus fases principales y entregables más comunes de acuerdo con la naturaleza típica de los proyectos que realiza la Oficina de Ingeniería, sin embargo, cada proyecto es único, y esta estructura puede variar según las características propias de cada proyecto, por esta razón estas plantillas son únicamente una guía para la construcción de la EDT definitiva de cada proyecto en particular.

5.1.2.5 Validar el alcance.

En el proceso de validar el alcance se busca la aceptación formal de los entregables del proyecto que se hayan completado. Este proceso se lleva a cabo durante todo el desarrollo del proyecto y proporciona la garantía de que se cumple con lo requerido por los interesados.

En la figura 5.7 se presentan las entradas, herramientas y salidas del proceso propuesto para validar el alcance.



Figura 5.7 Proceso propuesto para validar el alcance.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En las plantillas creadas en este estudio, se considera que los interesados darán su aprobación para cada uno de los documentos de los entregables en la fase de planeación del proyecto.

En caso de que se requiera una modificación por parte de un interesado, se debe realizar un proceso de solicitud de orden de cambio, el cual debe de estar debidamente documentado. En el Anexo 2 se presenta el formulario de solicitud de orden de cambio que tiene actualmente la Oficina de Ingeniería. En este formulario de solicitud de orden de cambio se solicita la descripción y justificación del cambio solicitado, quién lo solicita y su impacto en el costo y en el cronograma.

5.1.2.6 Controlar el alcance.

En el proceso de controlar el alcance se monitorea el estado del alcance del proyecto y del producto. Este proceso compara la línea base del alcance con el proceso real a lo largo del desarrollo del proyecto.

El control del alcance verifica que todos los cambios solicitados se procesen mediante un control integrado de cambios en el que se tomen las acciones preventivas o correctivas correspondientes.

Mediante el control del alcance y las solicitudes de cambio aprobadas se actualizan los documentos del proyecto como son la línea base del alcance, la línea base del cronograma y la línea base de costos. Es decir, cada cambio o modificación en el alcance de un proyecto, puede afectar el cronograma y los costos de este, por lo tanto, el proceso de control de cambios debe contemplar el impacto correspondiente en estas áreas y la aprobación por parte de los interesados correspondientes.

En el formulario de solicitud de orden de cambio se debe especificar cuáles son los interesados correspondientes, tanto la persona que lo solicita, como las personas que lo aprueban y toman la responsabilidad por el impacto en el alcance, tiempo y costo.

Además de lo anterior, se deben analizar las causas de las modificaciones y realizar el registro de lecciones aprendidas, documentando la situación detectada e indicando la solución y recomendaciones, para que en los proyectos se tenga en consideración y no signifique nuevamente cambios, sobrecostos, ni atrasos en proyectos futuros.

En la figura 5.8 se presentan las entradas, herramientas y salidas del proceso propuesto de controlar el alcance.

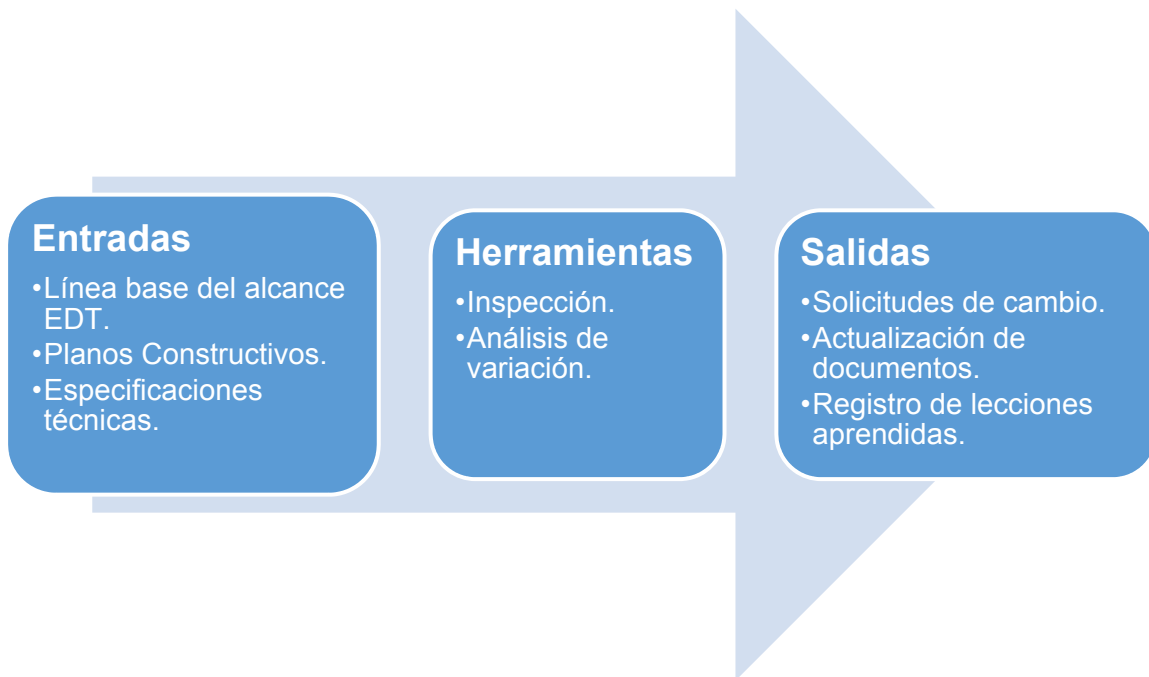


Figura 5.8 Proceso propuesto de controlar el alcance.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En el Apéndice I se presenta la plantilla para el registro de lecciones aprendidas que se propone como salida de este proceso.

5.1.3 Gestión del cronograma de un proyecto.

La gestión del cronograma de un proyecto define la duración de las actividades de este, con el fin de pronosticar el plazo real del proyecto.

Para la gestión del cronograma del proyecto, se propone el proceso que se muestra en la figura 5.9, basado en las buenas prácticas estudiadas en los capítulos dos y cuatro de esta investigación.

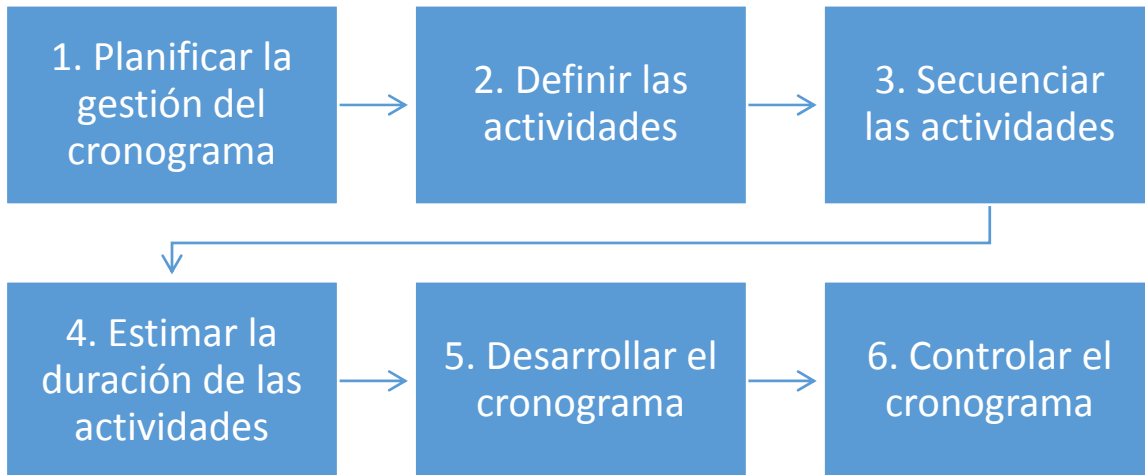


Figura 5.9 Proceso de la gestión del cronograma de un proyecto.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

A continuación, se detalla cada uno de los procesos indicados en la gestión del cronograma de un proyecto.

5.1.3.1 Planificar la gestión del cronograma.

El proceso de planificar la gestión del cronograma inicia con el acta de constitución del proyecto, en la cual se establece un cronograma preliminar, en el cual se indican las duraciones estimadas de las etapas para desarrollar el proyecto.

En este proceso se establecen las políticas, procedimientos y documentación necesarios para planificar, desarrollar, gestionar, ejecutar y controlar el cronograma del proyecto.

En la figura 5.10 se presentan las entradas, herramientas y salidas del proceso propuesto para planificar la gestión del cronograma.

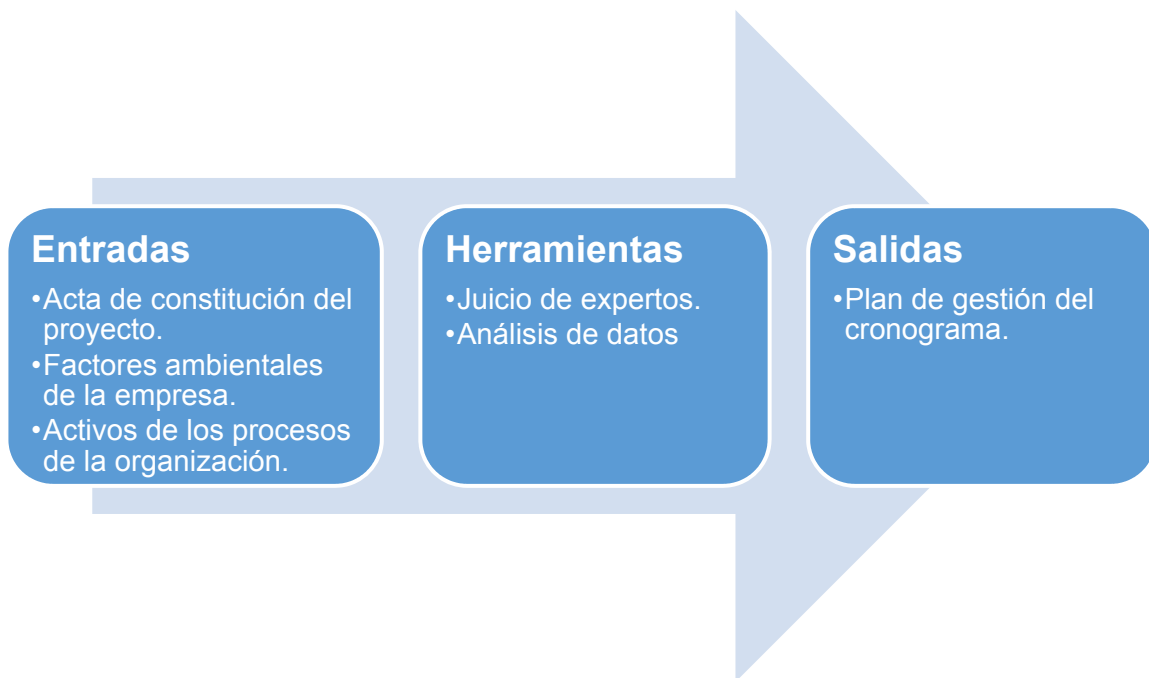


Figura 5.10 Proceso propuesto para planificar la gestión del cronograma.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En el Apéndice D se propone una plantilla de Acta de Constitución que autoriza el inicio del proyecto y establece un cronograma preliminar para este.

5.1.3.2 Definir las actividades.

El proceso de definir las actividades del cronograma de un proyecto descompone los paquetes de trabajo en actividades para el cronograma.

La definición de las actividades tiene como una de sus principales entradas la EDT del proyecto, la cual es la línea base del alcance.

En los Apéndices G y en el H se presenta la plantilla con la estructura de la EDT del proyecto y del producto del proyecto respectivamente.

En la figura 5.11 se presentan las entradas, herramientas y salidas del proceso propuesto para definir las actividades del cronograma.



Figura 5.11 Proceso propuesto para definir las actividades.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

En el Apéndice J se presenta una plantilla con la lista de actividades típicas de los proyectos que realiza la Oficina de Ingeniería; sin embargo, cada proyecto es único y la lista de actividades puede variar según las características propias de cada proyecto, por esta razón esta plantilla es únicamente una guía para la construcción de la lista de actividades de cada proyecto en particular.

5.1.3.3 Secuenciar las actividades.

El proceso de secuenciar las actividades del proyecto determina las relaciones entre las actividades definiendo la secuencia lógica del trabajo de la manera más eficiente.

Para determinar la secuencia entre las actividades, se utiliza el Método de diagramación por precedencia explicado en el capítulo dos de este estudio, en el cual se establecen los diferentes tipos de dependencias o relaciones lógicas entre las actividades.

En la figura 5.12 se presentan las entradas, herramientas y salidas del proceso propuesto de secuenciar las actividades.

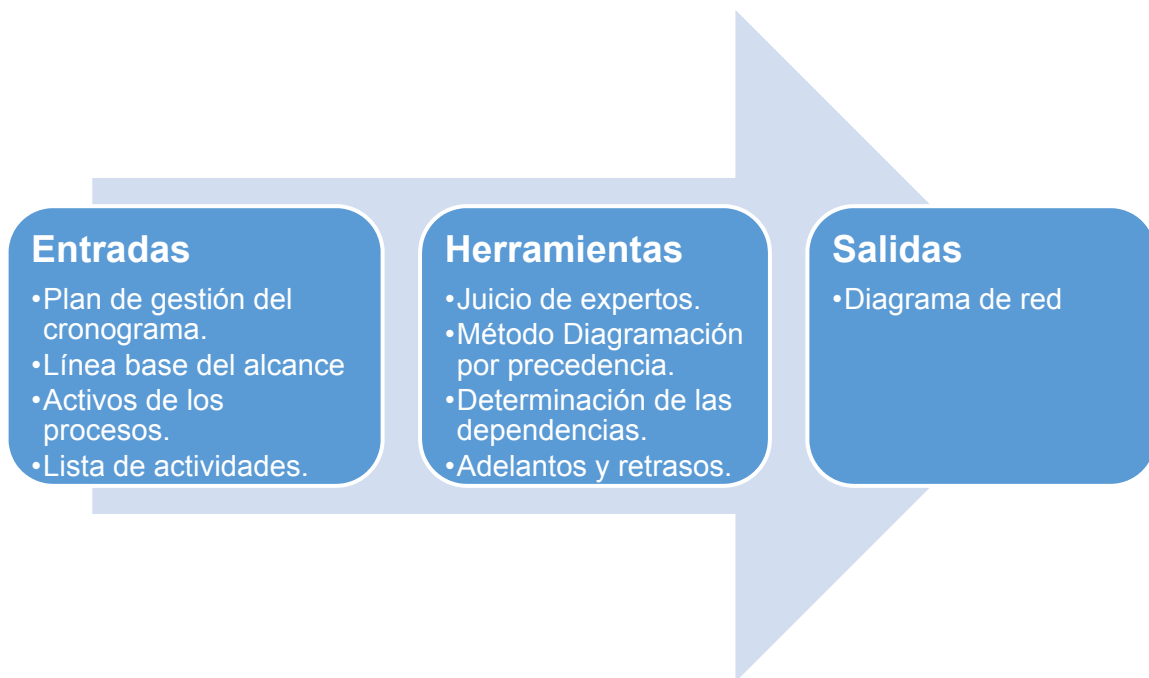


Figura 5.12 Proceso propuesto de secuenciar las actividades.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Además de las relaciones lógicas, se utilizan adelantos y retrasos en las actividades, con el fin de anticipar una actividad sucesora con respecto a una actividad predecesora, o retrasar una actividad sucesora con respecto a una actividad predecesora debido a algún tipo de limitación establecida.

5.1.3.4 Estimar la duración de las actividades.

El proceso de estimar la duración de las actividades del proyecto calcula la cantidad de tiempo necesario para finalizar cada una de las actividades.

Para este cálculo, se deben determinar los rendimientos históricos de cada actividad y realizar la estimación, considerando una cantidad de recursos determinada y la utilización de los calendarios adecuados para el proyecto.

En este proceso, cada uno de los diseñadores debe indicar si en las actividades de su especialidad se encuentran materiales, equipos o sistemas que requieran una duración especial debido a procesos de compra, fabricación, importación, aduanas, traslado al sitio de la obra o instalación, ya que estos

tiempos pueden afectar significativamente el cronograma del proyecto y deben estar considerados para evitar inconvenientes.

En la figura 5.13 se presentan las entradas, herramientas y salidas del proceso propuesto de estimar la duración de las actividades.



Figura 5.13 Proceso propuesto de estimar la duración de las actividades.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

5.1.3.5 Desarrollar el cronograma.

El proceso de desarrollar el cronograma de un proyecto analiza las secuencias de actividades, duración, recursos y restricciones del cronograma para crear la programación del proyecto.

Para el desarrollo del cronograma y estimación total del proyecto, se utiliza el método de la ruta crítica que estima la mínima duración posible del proyecto. La misma se visualiza gráficamente mediante un Diagrama de Gantt.

En este proceso se recomienda la utilización del programa de cómputo Microsoft Project especializado en la creación de cronogramas, utilizando el

método de ruta crítica y en el que se puede mostrar de manera sencilla el Diagrama de Gantt.

En el Apéndice K se presenta la plantilla del cronograma del proyecto desarrollada en el programa Microsoft Project, en el cual se visualiza la lista de actividades con su código respectivo y el Diagrama de Gantt con su secuencia de actividades y ruta crítica.

En la figura 5.14 se presentan las entradas, herramientas y salidas del proceso propuesto para desarrollar el cronograma.

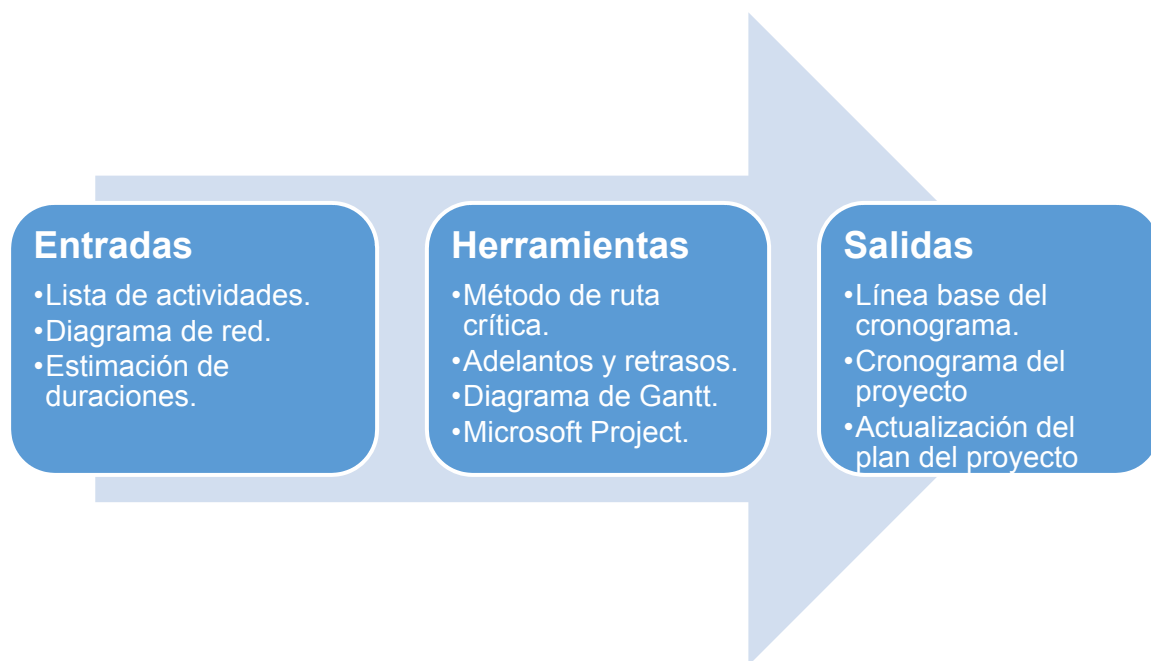


Figura 5.14 Proceso propuesto para desarrollar el cronograma.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Como principal salida de este proceso se obtiene la línea base del cronograma con la cual se controlará el avance real del proyecto durante todo el ciclo de vida. Una vez obtenido el cronograma del proyecto, se deben realizar las solicitudes de cambio correspondientes, actualizando los documentos del proyecto como por ejemplo el cronograma preliminar establecido en el acta de constitución del proyecto.

5.1.3.6 Controlar el cronograma.

El proceso de controlar el cronograma monitorea y analiza el estado del proyecto para comparar la línea base del cronograma con los resultados reales del avance del proyecto; verificando el cumplimiento de lo planeado y determinar si es necesario implementar un cambio, una acción correctiva o una acción preventiva.

En la figura 5.15 se presentan las entradas, herramientas y salidas del proceso propuesto para controlar el cronograma.



Figura 5.15 Proceso propuesto para controlar el cronograma.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Este proceso tiene como entrada el cronograma del proyecto realizado en el programa Microsoft Project, según como se muestra en la plantilla del cronograma del proyecto del Apéndice K y se compara el avance real del proyecto con el avance planificado según el cronograma de este, de esta manera se revisa el desempeño real del trabajo y se toman decisiones con respecto a la necesidad de implementar un cambio o alguna acción correspondiente. Como salidas se obtiene información del desempeño real del avance de la obra, solicitudes de cambio y la actualización del registro de lecciones aprendidas, con el fin de realizar una

retroalimentación acerca de la información encontrada en el desempeño real de la obra y utilizar esa información para mejorar en la estimación de proyectos futuros.

El registro de las lecciones aprendidas se actualiza utilizando la plantilla que se muestra en el Apéndice I, en el cual se debe describir la situación detectada y proponer las recomendaciones para solucionar o mejorar dicha situación.

5.1.4 Gestión de los costos de un proyecto.

La gestión de los costos de un proyecto estima el valor económico de los recursos necesarios para completar las actividades del mismo, creando un presupuesto que se convierte en la línea base de los costos y funciona como parámetro de comparación con los costos reales para el seguimiento y control durante el desarrollo del proyecto.

Para la gestión de los costos del proyecto se propone el proceso que se muestra en la figura 5.16, basado en las buenas prácticas estudiadas en los capítulos dos y cuatro de esta investigación.

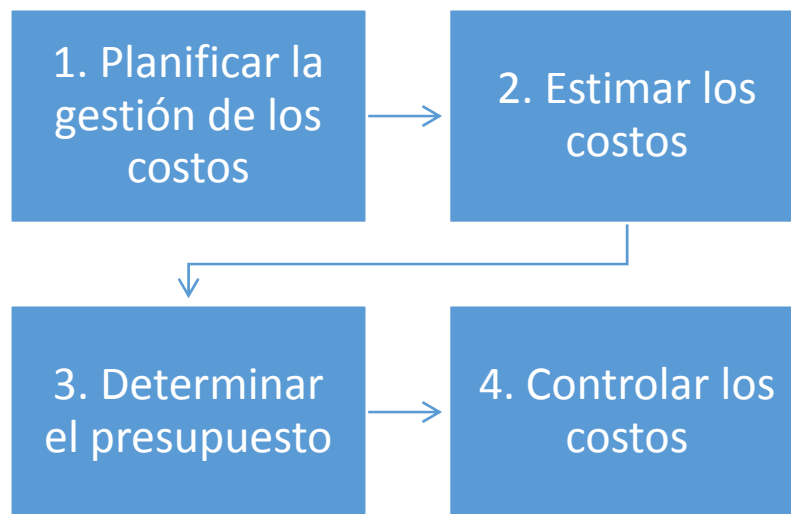


Figura 5.16 Proceso de la gestión de los costos de un proyecto.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

A continuación, se detalla cada uno de los procesos indicados para la gestión de los costos de un proyecto.

5.1.4.1 Planificar la gestión de los costos.

El proceso de planificar la gestión de los costos inicia con el acta de constitución del proyecto, en la cual se establece el monto asignado y disponible para el proyecto en sus diferentes fases.

Como entradas para este proceso, se cuenta con el acta de constitución del proyecto, características propias de la organización y los activos de los procesos de la organización.

En el Apéndice D se propone una plantilla de acta de constitución que autoriza el inicio de los proyectos y establece un presupuesto preliminar asignado para el proyecto.

En la figura 5.17 se presentan las entradas, herramientas y salidas del proceso propuesto para planificar la gestión de los costos.

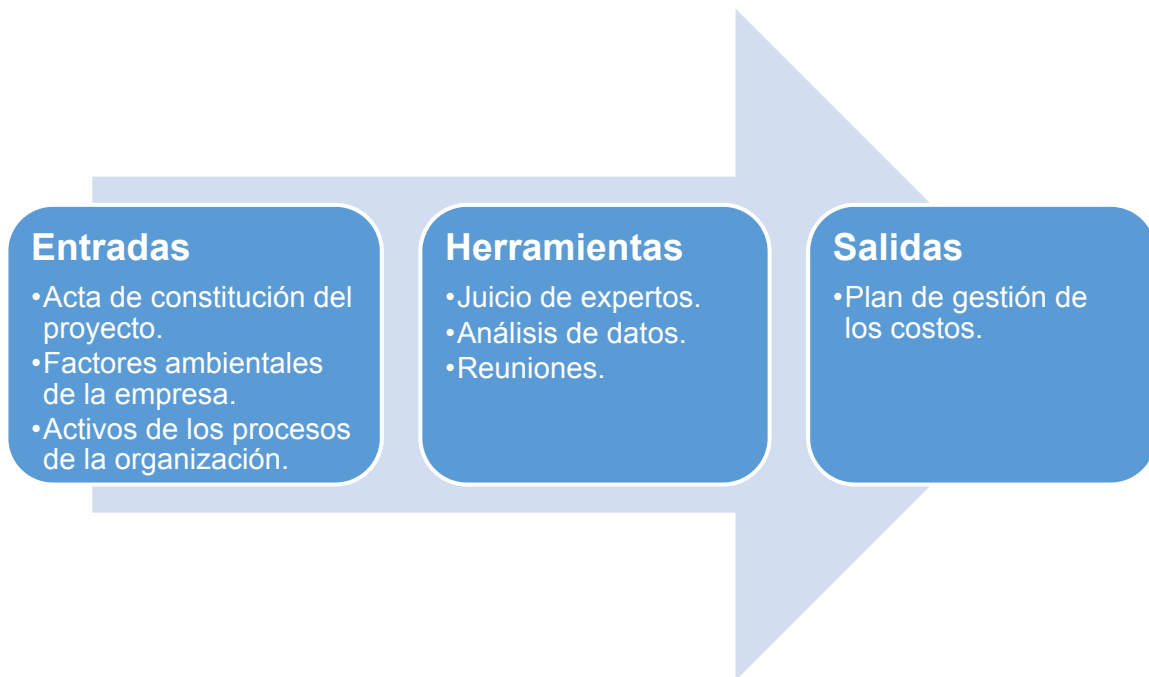


Figura 5.17 Proceso propuesto para planificar la gestión de los costos.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Como activos de la organización se deben tomar en cuenta la información útil de proyectos anteriores referente a lecciones aprendidas, costos y rendimientos históricos para usarlos como referencia en las estimaciones de un nuevo proyecto.

La principal salida de este proceso es el plan de gestión de los costos, en el cual se define cómo se van a estimar, presupuestar, monitorear y controlar los costos del proyecto.

5.1.4.2 Estimar los costos.

El proceso de estimar los costos de un proyecto realiza una aproximación del valor monetario de los recursos necesarios para completar el trabajo requerido en el proyecto.

Este proceso tiene como entradas el plan de gestión de los costos, en el que se define cómo se realizará la estimación de los costos, la línea base del alcance en que se utiliza la EDT del proyecto y lista de actividades del proyecto, según como se presenta en la plantilla del Apéndice J, el cronograma del proyecto y los activos propios de la organización como el registro de lecciones aprendidas y las bases de datos, con los costos y rendimientos históricos de proyectos anteriores.

Además, se debe implementar una estructura estandarizada para estimación de los costos, en la que se registren los costos de los materiales y rendimientos para el cálculo de la mano de obra necesaria. Para esto se propone la creación de una estructura para el cálculo de presupuestos de uso general, en la cual se utilice una hoja de cálculo o programa en el que se alimenten las cantidades necesarias por unidad de medida de acuerdo a la actividad; y automáticamente, mediante bases de datos, fórmulas y rendimientos, calcule las cantidades de todos los materiales, la mano de obra necesaria y la estimación del valor monetario por cada actividad.

En este proceso se requiere de la colaboración de los expertos en cada una de las disciplinas involucradas en el diseño de la obra como son el arquitecto, el

ingeniero estructural, el ingeniero civil o en construcción, el ingeniero eléctrico y el ingeniero mecánico. Cada uno de los expertos debe realizar la estimación de los costos correspondientes a su especialidad, con el fin de que se incluyan todos los componentes necesarios y solicitados en el alcance estipulado en los documentos del proyecto, como son los planos constructivos, especificaciones técnicas y el cartel de licitación.

Las salidas principales de este proceso son la lista de recursos y la estimación de los costos de cada una de las actividades del proyecto.

En la figura 5.18 se presentan las entradas, herramientas y salidas del proceso propuesto para estimar los costos.



Figura 5.18 Proceso propuesto para estimar los costos.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

En el Apéndice L se presenta un ejemplo de la estimación de los costos directos de la actividad, cimientos de una obra en la que se introducen las cantidades necesarias y los parámetros correspondientes, para que la hoja de cálculo brinde las cantidades específicas de cada material y la mano de obra necesaria con su respectivo costo.

La lista de recursos es la base de datos con todos los recursos necesarios para la realización de cada una de las actividades del proyecto. Esta lista de recursos debe contemplar para cada recurso un código de identificación, la clasificación de cada recurso en familias y sub-familias, cantidad, unidad de medida, descripción y el precio actualizado. Esta base de datos se debe actualizar frecuentemente, de acuerdo a la necesidad de cada proyecto y con los precios de mercado recientes.

En el Apéndice M se presenta un ejemplo de la lista de recursos necesarios para la elaboración de la estimación de los costos de un proyecto.

5.1.4.3 Determinar el presupuesto.

El proceso de determinar el presupuesto del proyecto suma todos los costos estimados de las actividades individuales, para establecer una línea base de costos actualizada como parámetro de comparación para el seguimiento y control de los costos.

Este proceso tiene como entradas la lista de actividades, la lista de recursos, las estimaciones de costos para cada una de las actividades, el cronograma del proyecto y los activos de la organización como: registro de lecciones aprendidas, programas, hojas de cálculo o plantillas para realizar el cierre del presupuesto.

Como herramientas se utiliza el juicio de expertos, la agregación de costos sumando las estimaciones en paquetes de trabajo y análisis de los datos obtenidos verificando su lógica.

Las salidas del proceso es la línea base de los costos, la cual es el presupuesto en sí del proyecto, con el cual se actualizarán los documentos del proyecto verificando el monto asignado para este según el acta de constitución inicial.

Si es necesario se deben realizar solicitudes de cambio, con el fin de aprobar la diferencia del presupuesto con la estimación inicial del acta de

constitución, o en su defecto realizar solicitudes de cambio para modificar el alcance del proyecto, buscando ajustarse al monto disponible asignado.

La elaboración del presupuesto es un proceso dinámico que debe actualizarse varias veces durante el desarrollo del proyecto. En el caso preciso de los proyectos de la Oficina de Ingeniería, se propone realizar un presupuesto inicial mediante la estimación análoga cuando se realiza el anteproyecto, verificando que el costo de la obra planteada en el anteproyecto no sobrepase el monto asignado. Luego, una vez que se detalle el alcance del producto en los planos constructivos y especificaciones técnicas, se realiza el presupuesto detallado considerando de manera minuciosa cada una de las actividades, con el fin de determinar el costo de la obra antes de realizar la licitación, comprobando si la institución posee los fondos suficientes para realizar la obra. En caso contrario, será necesaria la valoración de alternativas que puedan disminuir el costo de la obra, para lo cual se debe realizar una gestión de cambios, con el fin de ajustarse al monto disponible por la administración para la realización del proyecto.

La creación de un presupuesto detallado antes de realizar la licitación de la obra, permite que, durante la revisión detallada de los planos y especificaciones, se puedan detectar omisiones, errores o inconsistencias en los planos y especificaciones que pueden ser atendidas de manera temprana, evitando de esta manera costos adicionales debido a estos aspectos durante el proceso constructivo.

En la figura 5.19 se presentan las entradas, herramientas y salidas del proceso planteado para determinar el presupuesto del proyecto.



Figura 5.19 Proceso propuesto para determinar el presupuesto del proyecto.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En el Apéndice N se presenta la propuesta de plantilla para el presupuesto del proyecto. En esta plantilla se ingresan los costos directos resultantes de las estimaciones de cada una de las actividades del proyecto, luego se ingresan los costos indirectos del proyecto basados en el cronograma, los porcentajes de administración y utilidad para el contratista encargado de la construcción de la obra y por último, se calculan las reservas destinadas para imprevistos de diseño, pruebas de laboratorio, escalamiento o reajustes de precio, equipo y mobiliario.

5.1.4.4 Controlar los costos.

El proceso de controlar los costos monitorea y analiza el estado del proyecto para comparar la línea base de los costos con los resultados reales, verificando el cumplimiento de lo planeado, actualizar los costos del proyecto y determinar si es necesario realizar una gestión de cambios.

Este proceso tiene como entrada la línea base de los costos, es decir el presupuesto detallado del proyecto, el cronograma del proyecto y los activos de la organización. Esta línea base de los costos se compara con los costos reales del

proyecto, de esta manera se verifica el cumplimiento del presupuesto estimado y se toman decisiones con respecto a la necesidad de implementar un cambio o acción correspondiente.

En los proyectos de la Oficina de Ingeniería se contrata, mediante una licitación, a una empresa constructora para que realice la obra de construcción a un precio acordado. El precio de la oferta de la constructora puede ser mayor al precio estipulado en el presupuesto, en tal caso, se debe realizar el debido proceso de gestión de cambios, solicitando la aprobación de un monto adicional para cubrir el costo faltante, o realizando modificaciones en el alcance para ajustarse al monto disponible para realizar el proyecto.

En la figura 5.20 se presentan las entradas, herramientas y salidas del proceso propuesto para controlar los costos del proyecto.

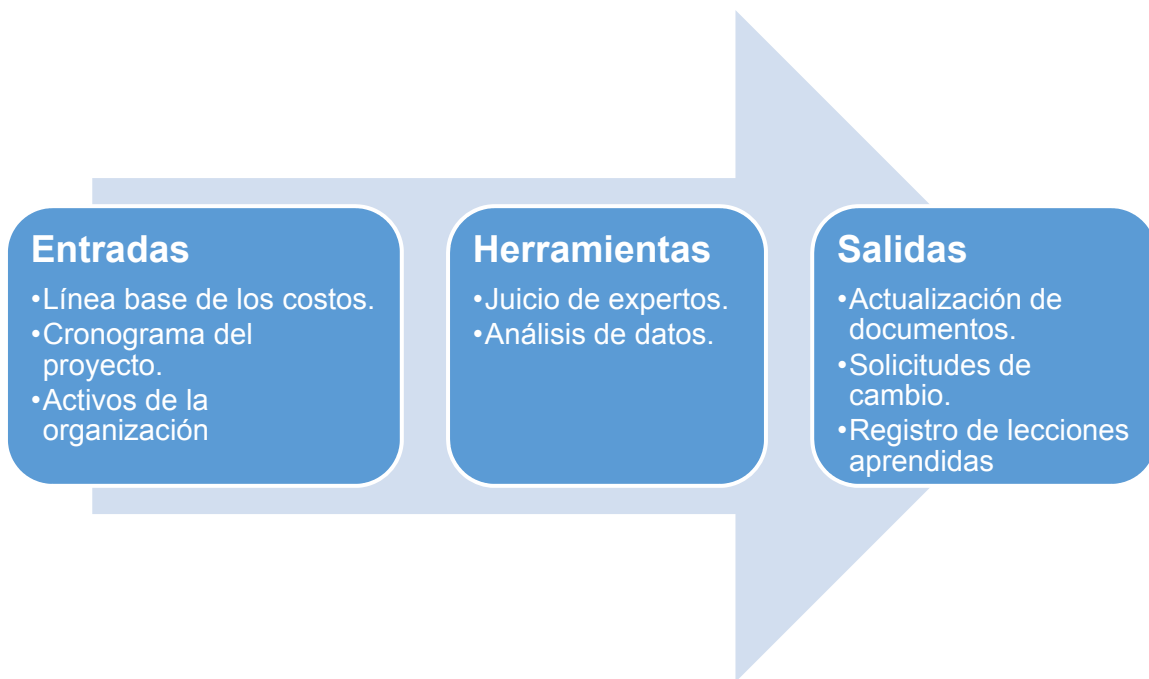


Figura 5.20 Proceso propuesto para controlar los costos del proyecto.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Como salidas de este proceso, se tiene la actualización de los documentos con los valores reales obtenidos, como por ejemplo el monto real de la adjudicación de las obras. Además, otras salidas del proceso son las solicitudes

de cambio que se realicen durante el proceso constructivo, debido a solicitudes por parte de la inspección o imprevistos generados durante la construcción.

En el Anexo 2 se presenta el formulario de solicitud de orden de cambio que utiliza actualmente la Oficina de Ingeniería.

En los Anexos 3 y 4 se presentan los formularios que actualmente utiliza la Oficina de Ingeniería para el cálculo de las órdenes de cambio, correspondientes a los imprevistos de diseño utilizando precios unitarios o mediante el desglose de costos directos e indirectos.

Cada vez que se realice una solicitud de cambio que aumente el costo del proyecto, se debe actualizar el registro de las lecciones aprendidas, utilizando la plantilla que se muestra en el Apéndice I, en la cual se debe describir la situación que generó el sobre costo y proponer las recomendaciones para evitar que sucedan situaciones similares en proyectos futuros.

5.2 Propuesta de implementación del modelo

En este apartado se presenta la propuesta para la implementación del modelo presentado en el apartado anterior de este capítulo, así mismo se proponen las acciones necesarias que debe realizar la organización, un cronograma y un presupuesto preliminar de su puesta en marcha.

La implementación del modelo no está dentro del alcance de esta investigación, así como se indicó en el apartado del alcance en el capítulo uno; por lo tanto, no se realizará la ejecución de la implementación del modelo, únicamente se presenta la propuesta de cómo realizarla.

De esta manera, quedará a criterio de la Dirección de la Oficina de Ingeniería la aprobación del modelo, tomar las acciones necesarias y la asignación de recursos para llevar a cabo el modelo expuesto en este estudio.

5.2.1 Estrategia de implementación.

En esta sección se describen las medidas a tomar en cuenta para la implementación del modelo.

El alcance de la implementación es el mismo que el de la investigación, únicamente en las áreas del alcance, tiempo y costo de la gestión de los proyectos que realiza la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica.

Los principales funcionarios encargados de realizar la implementación del modelo serán el Director del departamento y los coordinadores de proyectos. La dirección será el principal patrocinador, quien deberá mostrar su total apoyo para la implementación del modelo, buscando los recursos necesarios, motivando al personal y asignando los roles y responsabilidades de cada uno de los coordinadores de proyectos en este proceso. El director asignará a uno de los funcionarios de la Oficina de Ingeniería para las labores de planeación para la implementación del modelo y los coordinadores de proyectos serán directamente los ejecutores del modelo para que este funcione de la manera deseada.

Para lograr la implementación, la primera etapa será la capacitación de los coordinadores de proyectos en las buenas prácticas de la gestión de proyectos identificadas en esta investigación, en la elaboración de presupuestos y en la utilización de las herramientas propuestas. Las mismas se deben realizar por especialistas en la materia, por lo tanto, se considera realizar contrataciones por estos servicios. El costo de las capacitaciones está incluido en el presupuesto preliminar de la implementación del modelo.

Estas capacitaciones deben ir enfocadas en darle a conocer a los funcionarios los beneficios que tendrá la organización con la implementación de las buenas prácticas en gestión de proyectos y la importancia que tiene para la institución.

Seguidamente, se debe elaborar un manual con el procedimiento detallado que se debe seguir en cada uno de los procesos indicados en esta investigación,

el cual se debe integrar a las otras funciones que tienen los coordinadores de proyectos.

Con el procedimiento a seguir revisado y detallado, se verifica la funcionalidad de las plantillas propuestas en esta investigación, considerando cualquier modificación que estas requieran, con el fin de mejorar la efectividad de la gestión de los proyectos.

Todos los procesos y herramientas deberán ser revisados y aprobados por el director de la Oficina de Ingeniería antes de su utilización.

El modelo propuesto está diseñado para que se puedan aplicar todas las herramientas creadas en este estudio a cualquier proyecto que se realice en la Oficina de Ingeniería sin importar su tamaño, con el fin de tener bien definidos el alcance, el plazo y el costo antes de iniciar cualquier proyecto, y de esta manera, poder realizar el debido control y seguimiento del mismo durante su ejecución.

Antes de iniciar la implementación, se dará a conocer a los funcionarios de la Oficina de Ingeniería, las modificaciones que se realizarán en la gestión de los proyectos, para lo cual la Dirección expondrá en una reunión de coordinación las mejoras que se implementarán, la justificación, los beneficios que se esperan obtener y los responsables de hacer cada mejora. Así mismo, también se compartirán, vía correo electrónico, los procedimientos, las plantillas y herramientas que se utilizarán en cada proceso a realizar.

5.2.2 Cronograma propuesto.

Para la creación del cronograma de la implementación del modelo, se creó la lista de actividades necesarias a tomar en cuenta para realizar la puesta en marcha. Luego se estimó la duración de cada una de las actividades y sus dependencias.

En el Apéndice O se presenta el cronograma propuesto para la implementación del modelo utilizando el programa *Microsoft Project*[®], en la cual se puede apreciar que la duración de la implementación es de 51 semanas.

Las actividades a desarrollar son las siguientes:

1. Inicio
 - 1.1. Inicio.
 - 1.2. Análisis por parte de la Dirección del modelo propuesto.
 - 1.3. Aprobación del modelo.
 - 1.4. Orden de inicio de la implementación del modelo.
2. Planeación
 - 2.1. Definición del equipo responsable de la implementación.
 - 2.2. Definición de roles y responsabilidades.
 - 2.3. Definición del alcance y las actividades a realizar.
 - 2.4. Planeación de la implementación.
 - 2.5. Definición del cronograma.
 - 2.6. Presupuesto de la implementación.
 - 2.7. Aprobación del plan de implementación
3. Capacitaciones.
 - 3.1. Capacitación en gestión de proyectos.
 - 3.2. Capacitación en el uso de la herramienta *Microsoft Project*[®].
 - 3.3. Capacitación en elaboración de presupuestos.
4. Manual de procedimientos.
 - 4.1. Análisis de procesos.
 - 4.2. Análisis de plantillas y herramientas a utilizar.
 - 4.3. Definición del manual de procedimientos del modelo.
5. Implementación.
 - 5.1. Reunión para comunicar el modelo.
 - 5.2. Puesta en marcha.
 - 5.3. Periodo de retroalimentación.
 - 5.4. Ajustes finales
 - 5.5. Implementación del modelo.
6. Cierre.

5.2.3 Presupuesto de la implementación.

Para la estimación del presupuesto de la implementación, se consideran tres aspectos principales que implican costos durante la implementación del modelo. El primero se refiere al personal encargado de la planeación, el segundo se refiere al costo de las capacitaciones del personal y el tercero corresponde a la compra de la licencia de un programa de cómputo para la elaboración de presupuestos.

En la tabla 5.1 se presenta el presupuesto preliminar para la implementación del modelo propuesto en esta investigación.

Tabla 5.1 *Presupuesto preliminar de la implementación del modelo.*

Descripción	Cant.	Unid.	Precio	Monto	%
Encargado de realizar la implementación	20	sem	\$ 375,00	\$ 7.500,00	50%
Capacitaciones en gestión de proyectos	6	pers	\$ 200,00	\$ 1.200,00	8%
Capacitaciones en <i>Microsoft Project</i> [®]	6	pers	\$ 200,00	\$ 1.200,00	8%
Capacitaciones en elaboración de presupuestos	6	pers	\$ 200,00	\$ 1.200,00	8%
Licencias de programa de presupuestos	6	unid	\$ 645,00	\$ 3.870,00	26%
TOTAL				\$ 14.970,00	100%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Este monto preliminar para la implementación del modelo, representa el 0,50% de los costos adicionales que se produjeron en los proyectos analizados. Por lo tanto, la inversión que se necesita para poner en práctica el modelo de esta investigación es mínima en comparación a los beneficios que obtendría la institución aumentando la eficiencia en la gestión de los proyectos, sabiendo que el costo de los proyectos es muy alto, además que se obtendrían beneficios no solo por el ahorro económico, sino también por la mejora en la eficiencia en la gestión del alcance y del tiempo de los proyectos.

Las labores de planeación para la implementación del modelo las realizará principalmente uno de los funcionarios de la Oficina de Ingeniería, quien será asignado por la dirección para dedicar gran parte de su jornada de trabajo a esta labor. Por lo tanto, se estimó el costo por el tiempo que invertirá dicho funcionario en este proceso, tomando el cronograma propuesto en el Apéndice O, se calculó que las actividades que realizaría este funcionario durarían unas 20 semanas, considerando un salario promedio mensual de ₡ 1 200 000,00 y que el funcionario dedicará el 50% de su jornada laboral a la implementación, se obtiene que el costo por semana es de \$ 375,00 incluyendo las cargas sociales, debido al tiempo dedicado por el funcionario a realizar la implementación del modelo.

Por otra parte, para la implementación del modelo se debe incluir la capacitación a los coordinadores de proyectos de la Oficina de Ingeniería en gestión de proyectos, para reforzar todos los temas de gestión y aumentar la efectividad del modelo propuesto. En el caso de la capacitación en el uso del programa *Microsoft Project*® y la capacitación en la elaboración de presupuestos, se desea ampliar los conocimientos de los coordinadores de proyectos, debido a la poca experiencia y capacitación que tienen dichos funcionarios en este tema.

Estas capacitaciones se deben impartir a los seis coordinadores de proyectos de la oficina, quienes son los funcionarios que deben ejecutar el modelo de gestión de proyectos propuesto en esta investigación. Por lo tanto, se considera un costo de \$ 200,00 por cada capacitación, por funcionario.

Con respecto a las herramientas para la gestión de proyectos, la Oficina de Ingeniería, actualmente cuenta con las herramientas básicas necesarias para realizar la gestión de los proyectos, como son los programas de *Microsoft Office*® con sus versiones más actualizadas de *Word*®, *Excel*®, *Power Point*®, *Project*®, *Visio*®.

Sin embargo, para la realización de los presupuestos de los proyectos, se recomienda la compra de la licencia de un programa de cómputo especializado para la elaboración de presupuestos de obras de construcción. Esto debido a que un programa para presupuestos le brindaría a la Oficina de Ingeniería una base de

datos de precios y rendimientos completa con soporte técnico, el cual constantemente actualiza los costos de materiales según la oferta del mercado nacional.

En cambio, si la Oficina de Ingeniería realiza los presupuestos utilizando plantillas en *Microsoft Excel*[®], para obtener resultados confiables, debe iniciar por crear las plantillas con fórmulas, bases de datos completas y actualizar todos los precios de los materiales necesarios, como se muestra en el ejemplo de estimación de costos del Apéndice L; y en el ejemplo de lista de recursos necesarios del Apéndice M de esta investigación. La creación de una hoja de cálculo completa para la elaboración de presupuestos requiere de mucho trabajo, conocimiento de rendimientos, precios de mercado y experiencia en la elaboración de presupuestos.

Por esta razón se recomienda la compra de seis licencias de un programa de cómputo para la elaboración de presupuestos, como por ejemplo el ofrecido por la empresa Lógica Tropical LT S.A. o similar, que tiene más de 25 años de experiencia en la realización de presupuestos; y su programa ya tiene incluidos los rendimientos, fórmulas y precios de los materiales actualizados, lo cual facilitaría la elaboración de estos.

Capítulo 6 Conclusiones y recomendaciones

En este capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones que se generan a partir de los resultados obtenidos y la propuesta del modelo de gestión de proyectos desarrollada en esta investigación.

6.1 Conclusiones

Como resultado de la realización de este estudio se obtienen las siguientes conclusiones:

- Se obtuvo un diagnóstico de la situación actual, en función de las prácticas de gestión de proyectos en la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica, en el cual se encontraron deficiencias en las áreas del alcance, tiempo y costo.
- Los resultados del cumplimiento de la situación actual, obtenidos según la aplicación del cuestionario, fueron del 60% para la gestión de proyectos, 68% para la gestión del alcance, 67% para la gestión del cronograma y del 65% para la gestión de los costos. Estos resultados se ubican en el límite inferior del intervalo de calificación medio alto de gestión, lo que indica que actualmente la gestión de los proyectos de la Oficina de Ingeniería tiene algunos aspectos en los que ha realizado intentos para tener una gestión adecuada, pero también tiene muchos aspectos en los cuales debe mejorar para alcanzar una gestión de proyectos eficiente.
- De acuerdo al diagnóstico de la situación actual de la organización, los principales aspectos que se deben mejorar son: implementar un documento formal para el inicio del proyecto como lo es el acta de constitución, crear un registro de lecciones aprendidas, establecer procesos y herramientas bajo un estándar definido y utilizar herramientas especializadas para la elaboración de presupuestos.
- Se seleccionó el estándar del PMI como la mejor opción para la gestión de los proyectos de construcción que realiza la Oficina de Ingeniería, debido a que dicho estándar proporciona las buenas prácticas para la gestión de los

proyectos a nivel mundial, ofreciendo una mayor descripción detallada de los procesos, herramientas y técnicas, los cuales facilitan y orientan la gestión de proyectos.

- Se obtuvo un marco de referencia estudiando las buenas prácticas según el estándar de gestión de proyectos del PMI; en la cual se detallan las entradas, herramientas y salidas de cada uno de los procesos, para la gestión eficiente de proyectos en las áreas de alcance, tiempo y costo.
- Se establecieron las brechas existentes en las áreas de alcance, tiempo y costo entre las buenas prácticas y la gestión de proyectos que realiza la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica. Se analizaron cada una de las brechas, teniendo como resultado los aspectos en los que la gestión de proyectos actual presenta deficiencias, con lo cual se inicia la creación de procesos y herramientas para disminuir las brechas encontradas. Las principales brechas encontradas fueron: ausencia de un acta constitutiva para el inicio del proyecto, procesos y herramientas no estandarizadas para recolectar los requerimientos y definir el alcance de los proyectos, la organización no cuenta con un registro de lecciones aprendidas, los proyectos no cuentan con un cronograma establecido para todas las fases de su ciclo de vida, no se realizan estimaciones ni controles de costos durante las etapas de planeación y diseño, No se realiza un presupuesto detallado de cada una de las actividades de la EDT del proyecto.
- Se obtuvieron los procesos y herramientas basados en el estándar de gestión de proyectos del PMI para atender las brechas encontradas en cada una de las áreas de alcance, tiempo y costo, en función de las necesidades de la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica, logrando un diseño personalizado y ajustado a la organización.
- Como resultado de este estudio, se obtuvo: un diagrama de flujo con los procesos propuestos, una plantilla del acta de constitución del proyecto para la creación formal y autorización del inicio del proyecto, una plantilla del programa arquitectónico para la recolección de necesidades, una

plantilla para el registro de requerimientos del proyecto, una plantilla para la EDT del proyecto y del producto, una plantilla para el registro de lecciones aprendidas del proyecto, una plantilla de la lista de actividades del proyecto, una plantilla para el cronograma del proyecto, un ejemplo para la estimación de los costos, un ejemplo de la lista de recursos necesarios y una plantilla para la elaboración de presupuestos.

- Con este estudio se logró tanto la creación de procesos y herramientas, como también la implementación de una cultura de gestión de proyectos en los funcionarios de la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica.
- Se presentó la propuesta con las acciones necesarias para la implementación del modelo presentado, dentro de las que destacan la capacitación del personal, creación de un manual de procedimientos y la utilización de herramientas para la gestión del alcance, tiempo y costo.
- El cronograma para la implementación del modelo propuesto tiene un plazo de 51 semanas.
- El presupuesto preliminar para realizar la implementación del modelo es de \$ 14 970,00. Este monto representa el 0,50% de los costos adicionales que se produjeron en los proyectos analizados.

6.2 Recomendaciones

Con base en el análisis de los resultados obtenidos en esta investigación, se presentan las siguientes recomendaciones:

- Se le recomienda a la Dirección de la Oficina de Ingeniería revisar periódicamente la efectividad del modelo, una vez que se realice su puesta en marcha, con el fin de verificar la adecuada aplicación y determinar oportunidades de mejora a partir de la experiencia generada.
- Se le recomienda a la Dirección de la Oficina de Ingeniería establecer índices de medición del éxito de los proyectos con el fin de evaluar la gestión realizada de estos.

- Se le recomienda a la Dirección de la Oficina de Ingeniería realizar una constante actualización en las diferentes áreas de conocimiento a los funcionarios del departamento.
- Se le recomienda a los coordinadores de proyecto crear nuevas herramientas que consideren otras áreas del conocimiento con el fin de mejorar la gestión de los proyectos del departamento.
- Se le recomienda a los diseñadores investigar sobre sistemas constructivos que ayuden a mejorar la eficiencia del tiempo y del costo en la fase de construcción de los proyectos.
- Se le recomienda a los diseñadores y a los coordinadores de proyecto realizar un proceso de ingeniería de valor en conjunto con expertos en el área de la construcción con el fin de encontrar alternativas que mejoren el alcance, el tiempo y costo de los proyectos.

Referencias bibliográficas

- Barrantes, R. (1999). *Investigación: un camino al conocimiento, un enfoque cualitativo y cuantitativo*. San José: EUNED.
- Fernández Espinoza, S. (2011). *INFORME FINAL DE GESTIÓN 2003-2011*. Cartago: Oficina de Ingeniería.
- Gido, J., y Clements, J. P. (1999). *Administración exitosa de proyectos*. México: International Thomson Editores.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). México: McGraw-Hill.
- IPMA. (2015). *Individual Competence Baseline for Project, Programme & Portfolio Management*. Nijkerk, The Netherlands: International Project Management Association Publications.
- IPMA. (2017). *IPMA INTERNATIONAL PROJECT MANAGEMENT ASSOCIATION*. Obtenido de IPMA Main Brochure 2017 (ENG): <https://www.ipma.world/about-us/>
- Leticia Leiva, M. (2015). Propuesta de pautas básicas de buenas prácticas de Vinculación Tecnológica para el mejoramiento y fortalecimiento de la gestión de la Oficina de Vinculación Tecnológica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Entre Ríos. *FABICIB: Facultad De Bioquímica Y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Del Litoral*, 250-251.
- Lozano Serna, S., Patiño Galindo, I., Gómez-Cabrera, A., y Torres, A. (2018). Identificación de factores que generan diferencias de tiempo y costos en proyectos de construcción en Colombia. *Ingeniería Y Ciencia*, 117-151.
- Mata Mena, L. G. (2011). *Guía para la administración de proyectos de construcción en la Oficina de Ingeniería del ITCR*. Proyecto de graduación de Maestría, Tecnológico de Costa Rica, Cartago.
- Monje Álvarez, C. A. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa Guía didáctica*. Neiva: Universidad Surcolombiana.
- PMI. (2017). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®)* (Sexta ed.). Newtown Square, Pensilvania 19073-3299 EE.UU.: Project Management Institute, Inc.

- Romano, G., y Yacuzzi, E. (2011). ELEMENTOS DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS. *Documentos de Trabajo*, 1-30.
- Sánchez, J. C. (2004). *Metodología de la investigación científica y tecnológica*. Madrid: Ediciones Díaz Santos.
- Sapag, N., Sapag, R., y Sapag, J. M. (2014). *Preparación y evaluación de proyectos* (Sexta ed.). México: McGraw-Hill.
- TEC. (agosto de 2018). *Tecnológico de Costa Rica*. Obtenido de www.tec.ac.cr
- Turley, F. (2010). *The PRINCE2® Training Manual*. United Kingdom: AXELOS Limited.
- Turley, F. (2013). *An Introduction to PRINCE2®*. United Kingdom: AXELOS Limited.
- Verdugo González, D., y Salazar Hornig, E. (2012). MODELO DE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS EN PYMES DE SERVICIOS DE INGENIERÍA. *Revista Ingeniería Industrial*, 5-18.
- Wysocki, R., Beck, R., y Crane, D. (2013). Principios de la gestión de proyectos. *IEEM Revista De Negocios*, 40-44.

APÉNDICE A: Formato de ficha bibliográfica

Para el registro de la información consultada en la revisión documental, se utiliza el siguiente formato de ficha bibliográfica.

Ficha Bibliográfica

Ficha Bibliográfica N°:	
Título	
Referencia APA 6	
Resumen	
Autor	
Puesto / experiencia	
Fecha	
Objetivo de investigación	
Metodología y técnicas utilizadas para la recolección de información	
Principales resultados obtenidos	
Relación con la Gerencia de Proyectos o con el tipo de organización	

Fuente: Elaboración propia, 2018.

APÉNDICE B: Cuestionario situación actual en gestión de proyectos

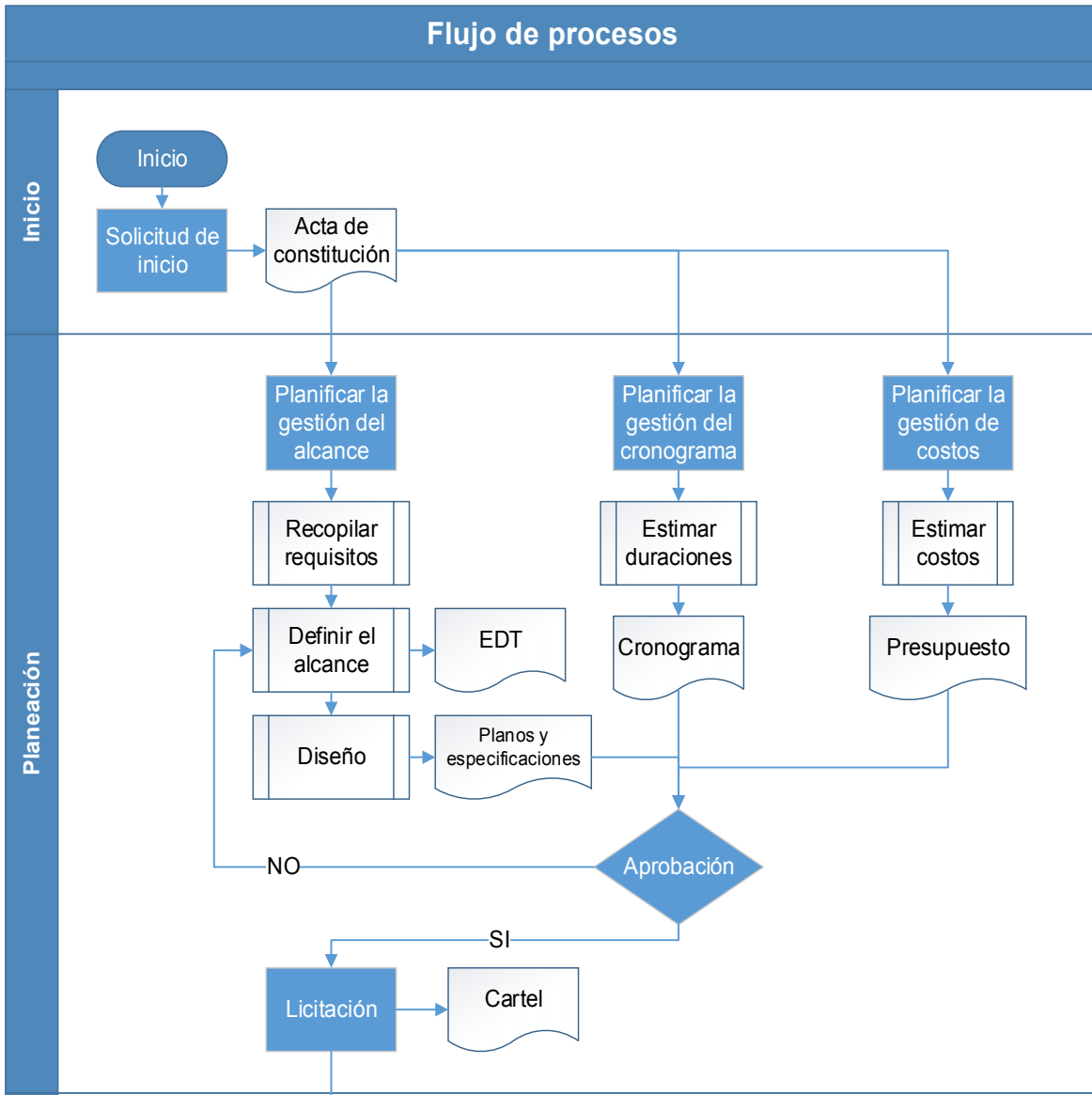
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA MAESTRÍA EN GERENCIA DE PROYECTOS						
Cuestionario						
Situación actual en gestión de proyectos de la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica.						
Propósito: El presente instrumento pretende recolectar información de la situación actual de la gestión de proyectos en alcance, tiempo y costo de la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica.						
Instrucciones: En el presente cuestionario se le expone una serie de afirmaciones relacionadas con la gestión de los proyectos realizada en la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica en las áreas de alcance, tiempo y costo. Usted deberá evaluar el nivel de cumplimiento de cada una de las afirmaciones que se presentan basado en su experiencia. Tome en cuenta que se debe considerar todas las fases del ciclo de vida de los proyectos, como lo son: Inicio, planeación, ejecución y cierre.						
Para indicar el grado de cumplimiento de cada afirmación marque una de las opciones presentadas del uno al cinco utilizando la siguiente escala:						
1 = Nunca.						
2 = La mayoría de las veces no.						
3 = Algunas veces sí, algunas veces no.						
4 = La mayoría de las veces sí.						
5 = Siempre.						
Gestión de los proyectos						
N°	Afirmación	Cumplimiento				
		1	2	3	4	5
1	En los proyectos se realiza un acta de constitución del proyecto en la que se aprueban los objetivos, requisitos, alcance preliminar, cronograma preliminar, presupuesto preliminar pre aprobado, interesados y director del proyecto.					
2	Los procesos de la gestión de los proyectos están definidos y estandarizados mediante herramientas y plantillas únicas.					
3	El seguimiento y control de los procesos de inicio, planeación, ejecución y cierre de los proyectos se realizan mediante reuniones periódicas.					
4	El avance y los compromisos adquiridos en estas reuniones se documentan mediante minutas.					
5	Existe un registro de lecciones aprendidas, accesible a los miembros de la organización el cual permite mejorar el desempeño de proyectos futuros.					
6	El éxito de los proyectos se determina mediante una escala de medición definida.					
Gestión del alcance del proyecto						
N°	Afirmación	Cumplimiento				
		1	2	3	4	5
7	Al inicio de los proyectos se realiza una planificación de los procesos para definir y controlar el alcance.					
8	En los proyectos se realiza la recopilación de los requisitos de los interesados.					
9	La recopilación de los requisitos se realiza mediante un documento o plantilla con las necesidades de los interesados.					
10	El alcance de los proyectos se define mediante un documento en el que se describen cada uno de los entregables del proyecto.					
11	En los proyectos se presenta el alcance mediante una estructura de desglose del trabajo (EDT / WBS) en la que se organiza el trabajo por realizar.					
12	Una vez definido el alcance del proyecto, se cuenta con la validación o aprobación formal del mismo por parte de los interesados clave.					

Continuación Apéndice B.

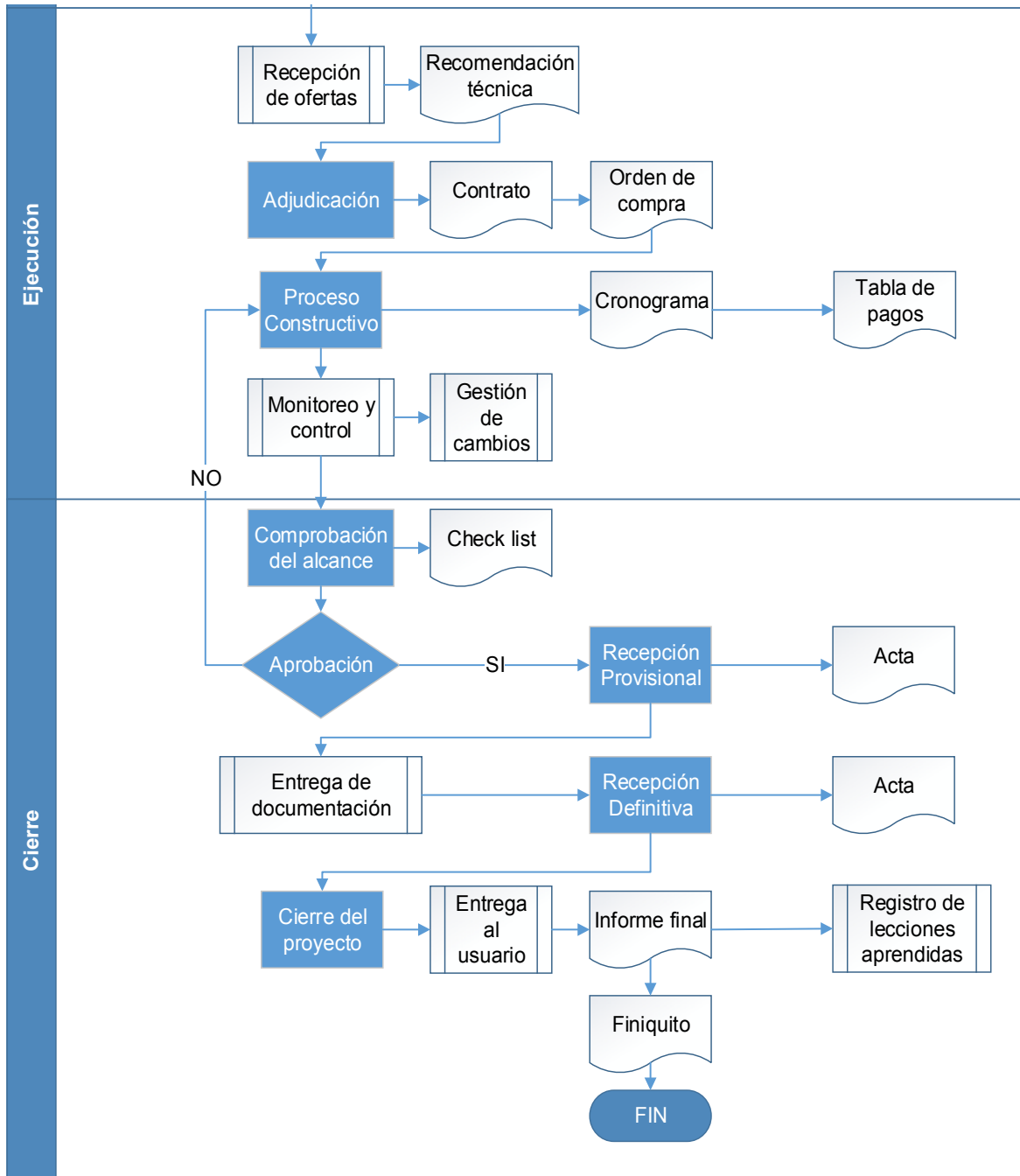
13	Para garantizar que se cumplan los requerimientos establecidos, se realiza el monitoreo y control del alcance durante el desarrollo del proyecto.					
14	Se cuenta con un proceso integrado de control de cambios en caso que se requiera una modificación en el alcance establecido.					
15	Las solicitudes de cambio se documentan en un registro de lecciones aprendidas para tomarlas en cuenta en futuros proyectos.					
Gestión del cronograma del proyecto						
N°	Afirmación	Cumplimiento				
		1	2	3	4	5
16	Al inicio de los proyectos se realiza una planificación de los procesos para definir y controlar el cronograma de los proyectos.					
17	En los proyectos se define una lista de actividades necesarias para elaborar cada entregable del proyecto.					
18	Se realiza una secuencia lógica de las actividades de manera que se genere un cronograma realista del proyecto.					
19	Para estimar las duraciones de las actividades se utiliza alguna herramienta o técnica.					
20	Se elabora un cronograma con todas las actividades y fases del proyecto.					
21	Para realizar el seguimiento y control del cronograma del proyecto se utilizan herramientas y técnicas.					
22	Se cuenta con un proceso integrado de control de cambios en el que se actualice y apruebe el cronograma del proyecto.					
23	Se cuenta con un registro de lecciones aprendidas y rendimientos de los proyectos para estimar la duración de proyectos futuros.					
Gestión del costo del proyecto						
N°	Afirmación	Cumplimiento				
		1	2	3	4	5
24	Al inicio de los proyectos se realiza una planificación de los procesos para estimar y controlar los costos de los proyectos.					
25	Para cada una de las actividades del proyecto se realiza una cuantificación de los recursos necesarios y sus respectivos costos.					
26	Para la estimación de los costos de las actividades se cuenta con una base de datos con los precios de proyectos anteriores.					
27	Durante el proceso de diseño se realizan técnicas de ingeniería de valor en busca de maximizar los recursos y disminuir los costos de los proyectos, manteniendo su funcionalidad y calidad.					
28	La organización cuenta con herramientas y técnicas para la elaboración del presupuesto del proyecto.					
29	Se elabora un presupuesto económico, estableciendo una línea base de costos para el monitoreo y control de cada proyecto.					
30	En cada proyecto se realiza un monitoreo y control de los costos durante las diferentes fases del proyecto, para actualizar los costos y gestionar cambios a la línea base de costos del proyecto.					
31	Se cuenta con un proceso integrado de control de cambios en el que se actualice y apruebe los costos de las solicitudes de modificación.					
32	Se realiza un registro de lecciones aprendidas con rendimientos y costos unitarios reales de los proyectos para la estimación de los costos de proyectos futuros.					

Fuente: Elaboración propia, 2018.

APÉNDICE C: Diagrama de flujo de procesos



Continuación Apéndice C



Fuente: Elaboración propia, 2018.

APÉNDICE D: Acta de constitución del proyecto

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO

Nombre del proyecto:

--

Propósito y justificación del proyecto:

--

Ubicación del proyecto:

--

Objetivos del proyecto:

--

Usuarios beneficiados con el proyecto:

--

Lista de interesados:

Nombre	Cargo	Departamento

Equipo de trabajo:

Función	Nombre
Coordinación del proyecto:	
Diseño arquitectónico:	
Diseño estructural:	
Diseño eléctrico:	
Diseño mecánico:	
Seguridad humana:	
Sistema contra incendios:	

Descripción del alcance del producto del proyecto:

--

Continuación Apéndice D.

Requerimientos del producto del proyecto:			
Cronograma preliminar:			
Concepto	Fecha inicio	Fecha finalización	
Acta de Constitución del proyecto			
Recolección de necesidades			
Estudios preliminares			
Anteproyecto			
Diseño			
Elaboración de planos			
Permisos constructivos			
Proceso de licitación			
Adjudicación			
Construcción de la obra			
Proceso de recepción de la obra			
Instalación de mobiliario y equipos			
Traslado del usuario			
Finiquito			
Presupuesto preliminar asignado:			
Concepto	Monto	%	
Contratación de profesionales externos	<input type="checkbox"/>	-	
Estudios preliminares	<input type="checkbox"/>	-	
Permisos constructivos	<input type="checkbox"/>	-	
Viáticos del equipo de inspección	<input type="checkbox"/>	-	
Monto del contrato de la obra	<input type="checkbox"/>	-	
Imprevistos de diseño	<input type="checkbox"/>	-	
Mobiliario y equipos	<input type="checkbox"/>	-	
Escalamiento / Reajustes de precio	<input type="checkbox"/>	-	
TOTAL	<input type="checkbox"/>	-	
Aprobaciones:			
El Acta de Constitución del Proyecto debe ser aprobada por las principales autoridades de la institución, usuarios, director de la Oficina de Ingeniería y el director del proyecto.			
Nombre	Cargo	Firma	Fecha

Fuente: Elaboración propia, 2018.

APÉNDICE E: Plantilla del Programa Arquitectónico


NOMBRE DEL PROYECTO:											FECHA:	
ID	Oficina o Departamento	Espacio	Descripción de función	Cercanía inmediata	Cantidad de espacios	Usuarios por		Total de usuarios		Área		
						Fijos	Temp.	Fijos	Temp.	Unit.	Total	
TOTAL												

Aprobación:

Nombre del interesado	Firma	Fecha

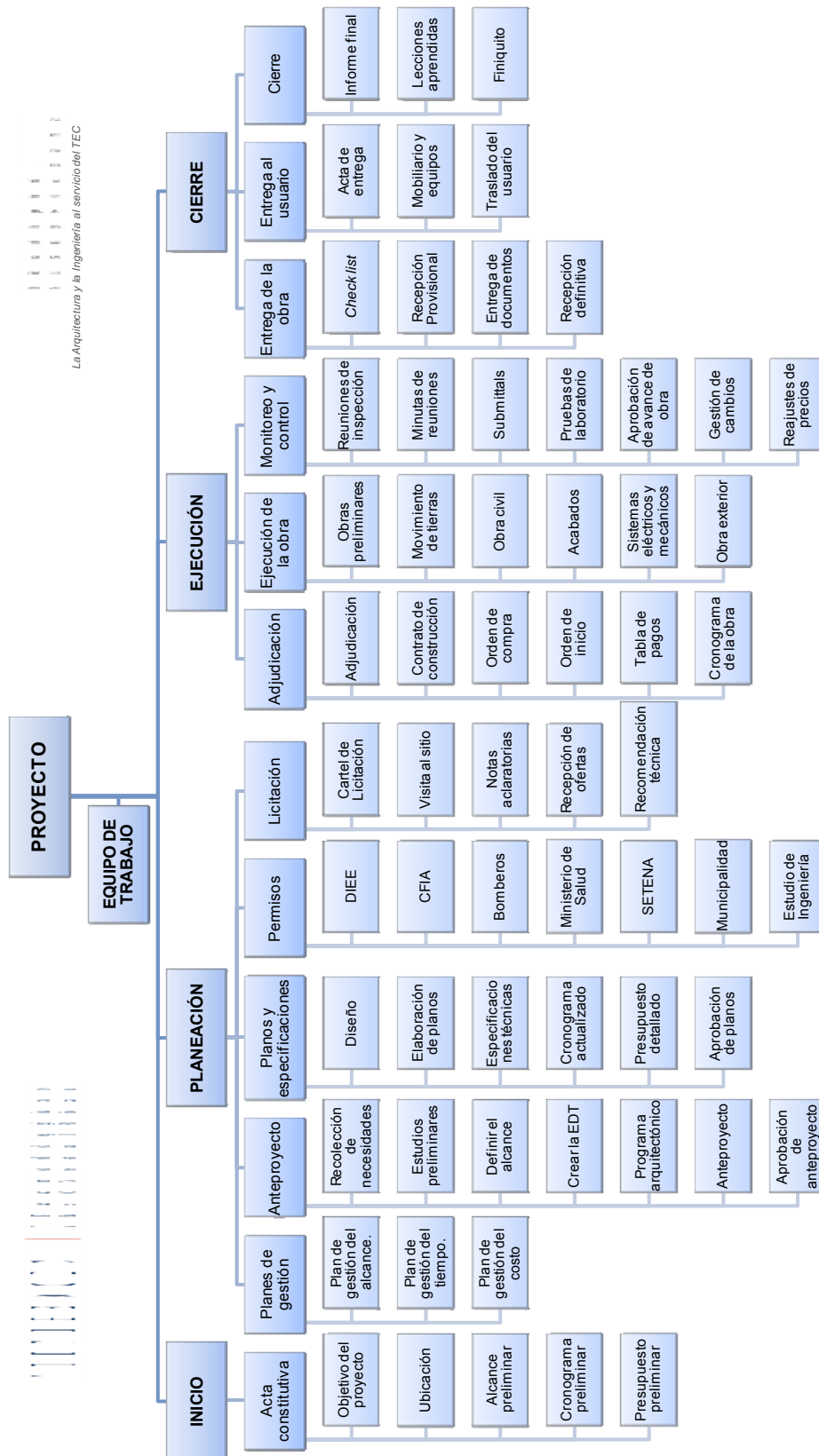
Fuente: Elaboración propia, basado en documentos de la organización, 2018.

APÉNDICE F: Plantilla del Registro de requerimientos

	Tecnológico de Costa Rica	Oficina de Ingeniería Tel.: 2550-2399 • Fax: 2552-7952 <i>La Arquitectura y la Ingeniería al servicio del TEC</i>	
REGISTRO DE REQUERIMIENTOS			
Nombre del proyecto:			
Nombre del espacio:			
ID	Nombre del espacio	Cant. de espacios	
Descripción de la función del espacio:			
Equipos requeridos del espacio:			
Equipo	Dimensiones	Requerimientos eléctricos (potencia y voltaje)	Requerimientos mecánicos
Requerimientos electromecánicos			
Cantidad	Eléctrico	Cantidad	Mecánico
	Salidas 120V		Salidas Agua Potable
	Salidas 240V		Salidas Agua Caliente
	Salidas Voz		Desagües
	Salidas Datos		Registros
	Otro: _____		Otro: _____
Descripción de muebles fijos:			
Otros requerimientos:			
Aire Acondicionado		Supresión de incendios	
<input type="checkbox"/> Precisión		<input type="checkbox"/> Rociadores	
<input type="checkbox"/> Confort		<input type="checkbox"/> Agente limpio	
<input type="checkbox"/> Ventilación		<input type="checkbox"/> Extintores tipo: _____	
<input type="checkbox"/> No requiere		<input type="checkbox"/> No requiere	
Aprobación:			
Nombre del interesado	Firma	Fecha	

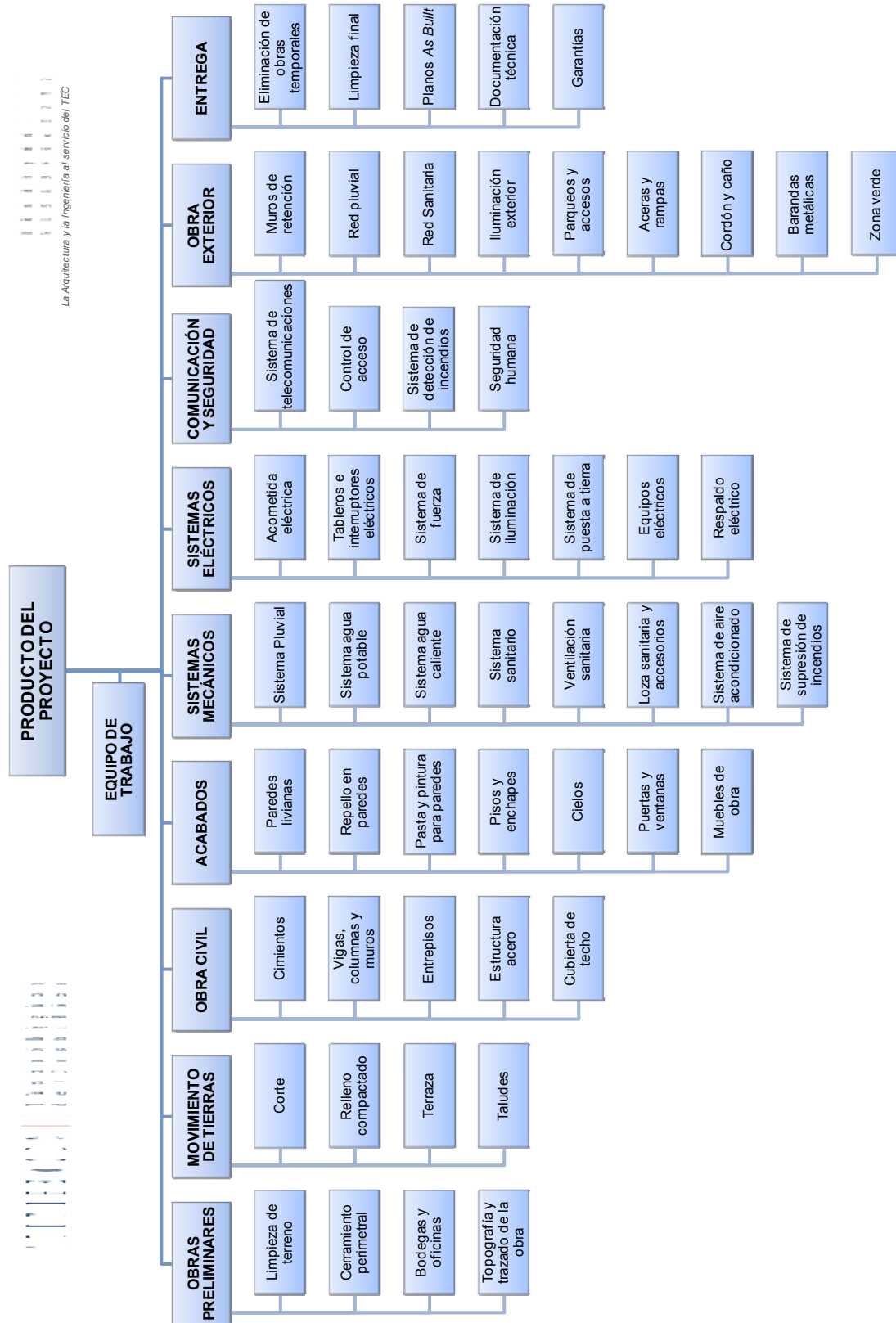
Fuente: Elaboración propia, basado en documentos de la organización, 2018.

APÉNDICE G: Plantilla de EDT del proyecto




Fuente: Elaboración propia, 2018.

APÉNDICE H: Plantilla de EDT del producto del proyecto



Fuente: Elaboración propia, 2018.


APÉNDICE I: Registro de lecciones aprendidas


		Oficina de Ingeniería Tel: 2550-2399 • Fax: 2552-7952 <i>La Arquitectura y la Ingeniería al servicio del TEC</i>
REGISTRO DE LECCIONES APRENDIDAS		
Lección aprendida:		
Referencia	Título	
Nombre del proyecto:		
Nº Licitación	Nombre del proyecto	
Actividades relacionadas:		
Disciplina o sector	Actividad	
Clasificación:		
<input type="checkbox"/> Acciones positivas <input type="checkbox"/> Oportunidad de mejora <input type="checkbox"/> Amenaza o riesgo		
Descripción de la situación detectada:		
Impacto en el proyecto:		
Solución o recomendaciones:		
Documentos adjuntos:		
<input type="checkbox"/> Fotografías <input type="checkbox"/> Planos o esquemas		
<input type="checkbox"/> Informe o procedimiento <input type="checkbox"/> Otros: _____		
Personas involucradas:		
Nombre	Cargo	Departamento
Aprobación:		
Coordinador del proyecto	Firma	Fecha

Fuente: Elaboración propia, 2018.


APÉNDICE J: Plantilla de la lista de actividades del proyecto

	TEC	Tecnológico de Costa Rica	PROYECTO	Oficina de Ingeniería Tel.: 2550-2399 • Fax: 2552-7952 <i>La Arquitectura y la Ingeniería al servicio del TEC</i>
LISTA DE ACTIVIDADES				
Ítem	Actividad			
1	1	OBRAS PRELIMINARES		
	1.1	Limpieza de terreno		
	1.2	Cerramiento del área de trabajo		
	1.3	Construcción de bodega, almacén de materiales, oficina y rótulo de proyecto		
	1.4	Trazo de la obra con topografía		
2	2	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
	2.1	Corte		
	2.2	Botado de material		
	2.3	Relleno compactado con material de sitio		
	2.4	Nivelación y compactación de la terraza principal		
3	3	CIMENTOS		
	3.1	Excavación y traslado		
	3.2	Relleno con lastre compactado para losa de fundación		
	3.3	Armado y colocación de acero para losa de fundación principal		
	3.4	Colado de concreto para losa de fundación		
4	4	ESTRUCTURA DE ACERO		
	4.1	Columnas y vigas de Acero		
	4.2	Cerchas de acero		
	4.3	Clavadores y tensores de techo		
5	5	CUBIERTA DE TECHO		
	5.1	Cubierta y accesorios		
	5.2	Aislante térmico		
	5.3	Hojalatería (Cumbrea y botaguas)		
	5.4	Canoas (incluye boquillas y accesorios)		
6	6	PAREDES		
	6.1	Estructurado de paredes tipo durock		
	6.2	Forado de paredes tipo durock		
	6.3	Estructurado de paredes tipo gypsum		
	6.4	Forado de paredes tipo gypsum		
7	7	ACABADO DE PISO Y ENCHAPES		
	7.1	Piso porcelanato		
	7.2	Fragua para piso		
	7.3	Enchapes en servicios sanitarios		
	7.4	Fragua para enchape de paredes		
8	8	ACABADOS DE CIELOS Y PAREDES		
	8.1	Estructurado de Cielo suspendido		
	8.2	Colocación de láminas de cielo suspendido de fibra mineral		
	8.3	Cielo gypsum con acabados		
	8.4	Cielo lámina Densglass con acabados		
	8.5	Precinta (densglass) con acabados		
	8.6	Repello grueso sisado		
	8.7	Sisas con perfiles de aluminio		
	8.8	Pasta cementicia de acabado fino para exteriores		
	8.9	Revestimiento para paredes de gypsum		
	8.10	Aplicación de sellador en paredes internas		
	8.11	Aplicación de sellador en paredes exteriores		
	8.12	Aplicación de pintura de acabado en paredes internas		
	8.13	Aplicación de pintura de acabado en exteriores		
	8.14	Rodapié de madera		
9	9	PUERTAS Y VENTANERÍA		
	9.1	Colocación y acabado de ventanería		
	9.2	Colocación y acabado de puertas de aluminio (incluye marco)		
	9.3	Colocación y acabado de cerrajería y accesorios de puertas de aluminio		

		PROYECTO	Oficina de Ingeniería Tel.: 2550-2399 • Fax: 2552-7952
		LISTA DE ACTIVIDADES	<i>La Arquitectura y la Ingeniería al servicio del TEC</i>
Ítem	Actividad		
	9.4	Colocación y acabado de puertas de madera (incluye marco)	
	9.5	Colocación y acabado de cerrajería y accesorios de puertas de madera	
	9.6	Maestreado de llavines	
10	MUEBLES DE OBRA		
	10.1	Colocación y acabado de muebles de madera en cocina	
	10.2	Construcción y enchape de muebles de concreto en cocina	
11	SISTEMA PLUVIAL		
	11.1	Bajantes en tubo HN (incluye accesorios de fijación)	
	11.2	Bajantes en tubo PVC (incluye accesorios de fijación)	
	11.3	Construcción y acabado de cajas de registro pluvial	
	11.4	Parrilla metálica para cajas pluviales	
	11.5	Construcción de cuneta revestida de concreto	
	11.6	Construcción y acabado de cabezal de salida	
	11.7	Canalización [corte y relleno]	
	11.8	Colocación de tubería de PVC de 100 mm.	
	11.9	Colocación de tubería de PVC de 200 mm.	
	11.10	Colocación de tubería Novafort de 300 mm.	
	11.11	Colocación de tubería Novafort de 400 mm.	
12	SISTEMA MECÁNICO Y CALENTADOR SOLAR		
	12.1	Canalización [corte y relleno]	
	12.2	Construcción de acometida potable	
	12.3	Construcción del sistema potable general	
	12.4	Construcción del sistema agua caliente	
	12.5	Construcción del sistema sanitario general	
	12.6	Construcción del sistema de ventilación sanitaria	
	12.7	Construcción y acabado de cajas para válvulas de sistema potable	
	12.8	Construcción y acabado de cajas de registro sanitarias	
	12.9	Construcción y acabado de trampas de grasa sanitarias	
	12.10	Inodoro para personas con discapacidad	
	12.11	Inodoro estándar	
	12.12	Lavamanos	
	12.13	Accesorios en servicios sanitarios	
	12.14	Colocación de grifería en servicios sanitarios	
	12.15	Colocación de fregadero y grifería en cocina	
	12.16	Construcción y acabado de pileta de aseo	
	12.17	Suministro e Instalación del Calentador Solar	
13	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO		
	13.1	Condensadoras - sistemas independientes	
	13.2	Evaporadoras pared alta - sistemas independientes	
	13.3	Termostatos	
	13.4	Sistema de control	
	13.5	Tubería de refrigeración	
	13.6	Soportería (equipos, tubería y ductos)	
	13.7	Pruebas y arranques	
14	SISTEMA ELÉCTRICO		
	14.1	Transformador	
	14.2	Canalización de acometida	
	14.3	Cableado de acometidas y tableros (principal y ramales)	
	14.4	Suministro e instalación de tableros eléctricos (principal y secundarios)	
	14.5	Suministro e instalación de interruptores principales en tableros principales y secundarios	
	14.6	Suministro e instalación de interruptores ramales en tableros secundarios	
	14.7	Suministro e instalación de supresor de transitorios en tableros (principal y secundarios)	
	14.8	Canalización e instalación de cajas salidas del sistema de fuerza (tomacorrientes en general)	

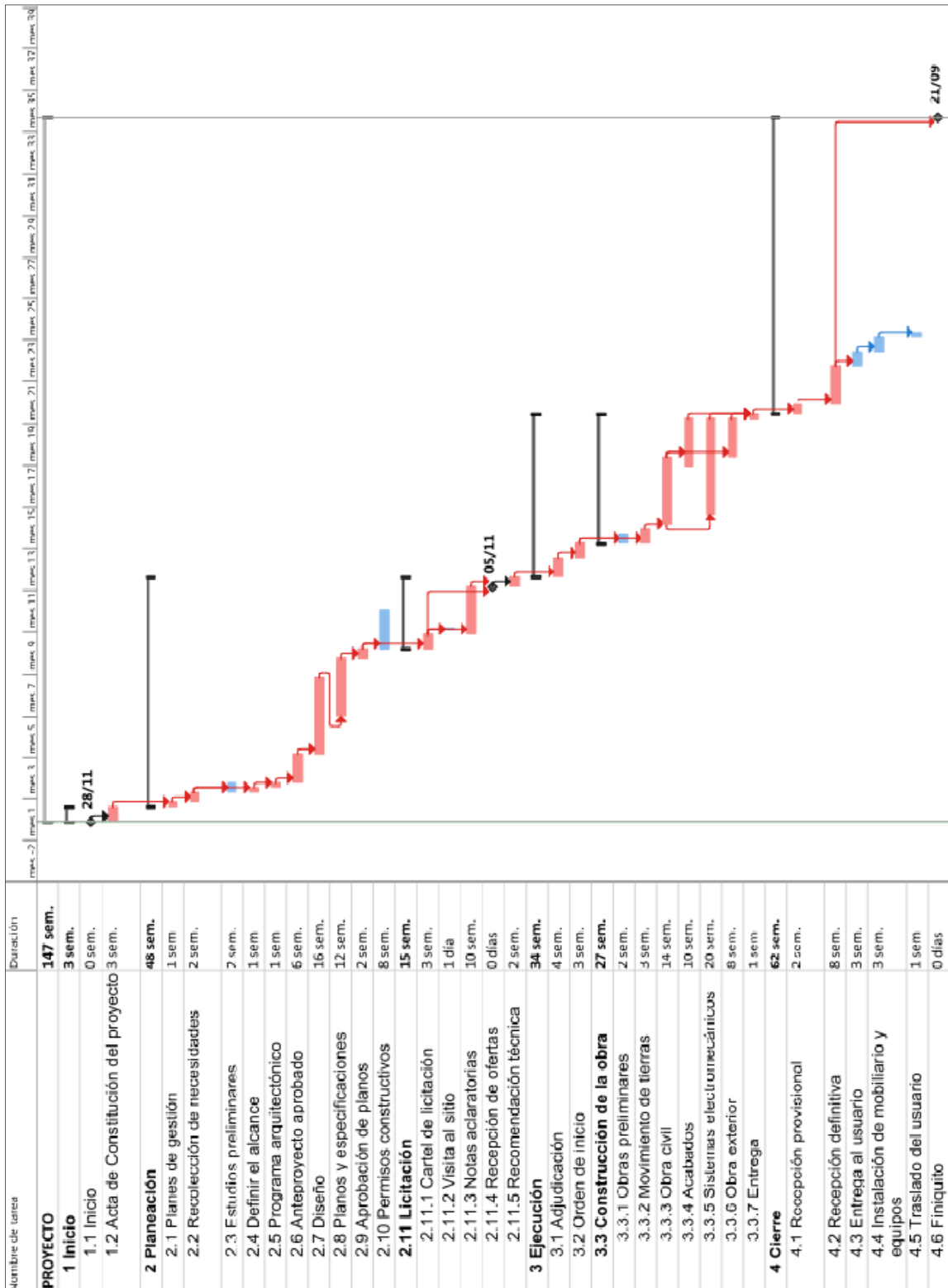
 Tecnológico de Costa Rica		PROYECTO	Oficina de Ingeniería Tel.: 2550-2399 • Fax: 2552-7952 <i>La Arquitectura y la Ingeniería al servicio del TEC</i>
LISTA DE ACTIVIDADES			
Ítem	Actividad		
14	14.9	Cableado sistema de fuerza (tomacorrientes)	
	14.10	Cableado sistema de fuerza (tomacorrientes UPS)	
	14.11	Accesorios sistema de fuerza (placas y tomacorrientes tomacorrientes en general)	
	14.12	Suministro e instalación de tomacorrientes (incluye placas y tomacorrientes)	
	14.13	Canalización y cableado Salidas especiales (220 V)	
	14.14	Canalización y cajas sistema de iluminación general	
	14.15	Cableado sistema de iluminación interna (incluye iluminación en aleros)	
	14.16	Suministro e instalación de luminarias internas (incluye aleros)	
	14.17	Accesorios sistema de iluminación interna	
	14.18	Suministro e instalación de luminarias externas	
	14.19	Cableado sistema de iluminación exterior	
	14.20	Suministro e instalación sistema de puesta a tierra	
	14.21	Cableado, varillas y barras de cobre del sistema de puesta a tierra	
	14.22	Accesorios sistema de puesta a tierra (incluye soldadura exotérmica)	
	14.23	Construcción y acabado de cajas de registro eléctrico	
14.24	Etiquetado del sistema eléctrico		
14.25	Pruebas y puesta en marcha del sistema eléctrico		
15	15	GENERADOR ELÉCTRICO	
	15.1	Suministro e instalación de generador eléctrico (incluye acometidas)	
	15.2	Suministro e instalación de transferencia automática	
	15.3	Canalización acometida generador	
	15.4	Cableado acometida generador	
	15.5	Puesta en marcha de generador eléctrico	
16	16	UPS	
	16.1	Suministro e instalación de UPS	
	16.2	Canalización acometida UPS	
	16.3	Cableado acometida UPS	
17	17	SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES	
	17.1	Canalización de fibra óptica	
	17.2	Suministro e instalación de fibra óptica	
	17.3	Cajas de registro en exteriores	
	17.4	Sistema de cableado estructurado	
	17.5	Suministro e instalación de Equipo activo	
	17.6	Suministro e instalación de Equipo pasivo	
	17.7	Sistema de puesta a tierra	
	17.8	Suministro e instalación de terminales de red	
	17.9	Etiquetado del sistema de telecom	
	17.10	Suministro de patch cords	
	17.11	Certificado del sistema de telecom	
17.12	Pruebas y puesta en marcha del sistema de telecom		
18	18	CONTROL DE ACCESO	
	18.1	Canalización y cajas sistema de control de acceso	
	18.2	Cableado sistema de control de acceso	
	18.3	Accesorios sistema de control de acceso	
	18.4	Equipos sistema de control de acceso	
	18.5	Suministro e instalación de panel de control de acceso	
	18.6	Pruebas y puesta en marcha del sistema de control de acceso	
19	19	SISTEMA DE ALARMA CONTRA INCENDIOS	
	19.1	Canalización y cajas del sistema de alarma contra incendios	
	19.2	Cableado del sistema de alarma contra incendios	
	19.3	Colocación de sensores de humo	
	19.4	Colocación de estaciones manuales	
	19.5	Colocación de luces estroboscópicas y sirenas	

Continuación de Apéndice J.

 Tecnológico de Costa Rica		PROYECTO	Oficina de Ingeniería Tel.: 2550-2399 • Fax: 2552-7952
LISTA DE ACTIVIDADES		<i>La Arquitectura y la Ingeniería al servicio del TEC</i>	
Ítem	Actividad		
19	19.6	Colocación de anunciadores remotos	
	19.7	Colocación de panel de alarma sistema contra incendios	
	19.8	Colocación de cobertores de estaciones manuales	
	19.9	Colocación de sirenas en puertas de emergencia	
	19.10	Colocación de controles de relay	
	19.11	Etiquetado del sistema de alarma contra incendios	
	19.12	Certificado del sistema contra incendios	
	19.13	Pruebas y puesta en marcha del sistema de alarma contra incendios	
	20	SEGURIDAD HUMANA	
20	20.1	Rotulación interna	
	20.2	Suministro e instalación de los extintores	
	20.3	Suministro e instalación de camilla de emergencia equipada	
	20.4	Suministro e instalación de botiquines básicos de primeros auxilios equipados	
	20.5	Rotulación exterior	
	21	OBRAS EXTERIORES	
21	21.1	Colocación de encofrados y malla electro soldada para aceras perimetrales	
	21.2	Colado de aceras perimetrales de concreto	
	21.3	Acabado escobillado tiburoneado para aceras	
	21.4	Colocación de encofrados y malla electro soldada para aceras de acceso	
	21.5	Colado de aceras de acceso en concreto	
	21.6	Acabado escobillado tiburoneado para aceras de acceso	
	21.7	Muro de Retención en rampa de acceso	
	21.8	Barandas de metal	
	21.9	Reubicación de canal natural	
	21.10	Alcantarilla de concreto en acceso	
	21.11	Construcción y acabado de cabezal de entrada y salida	
	21.12	Colocación de zacate San Agustín en área verde (incluye capa de tierra vegetal)	
	22	ENTREGA DEL PROYECTO	
22	22.1	Eliminación de obras perimetrales	
	22.2	Limpieza final	
	22.3	Entrega de documentación técnica, garantías, manuales y planos as built, entre otros	

Fuente: Elaboración propia, 2018.

APÉNDICE K: Plantilla de cronograma del proyecto



Fuente: Elaboración propia, 2018.

APÉNDICE L: Ejemplo de estimación de costos

Cálculo de cimientos

ITEM	ACTIVIDAD	CANT	UNID	DESCRIPCIÓN
3,00	CIMENTOS			CANTIDADES Y PARÁMETROS

PLACA CORRIDA		
CANT	UNID	DESCRIPCIÓN
L = 157	ml	Longitud total de la placa
PE = 0,85	m	Profundidad de excavación
Esust = 0,3	m	Espesor de sustitución
Espesor = 0,2	m	Espesor de la placa
Ancho = 0,5	m	Ancho de la placa
S = 0,2	m	Separación entre aros
NV = 5	unidad	Cantidad de varillas longitudinales

ITEM	ACTIVIDAD	CANT	UNID	DESCRIPCIÓN	PRECIO IV	SUB TOTAL
3,01	EXCAVACIÓN PARA CIMENTOS	70,06	m3	EXCAVACIÓN PARA CIMENTOS	7.978,73	559.000,00

CODIGO	FAMILIA	SUB-FAMILIA	CANT	UNID	DESCRIPCIÓN	PRECIO IV	SUB TOTAL
			70,06	m3	EXCAVACIÓN PARA PLACA CORRIDA	7.978,73	559.000,00
MO-1010	Mano de Obra	Personal	344	Hrs	Ayudante	1.625,00	559.000,00

ITEM	ACTIVIDAD	CANT	UNID	DESCRIPCIÓN	PRECIO IV	SUB TOTAL
3,02	Sustitución con lastre	55,909	m3	SUSTITUCIÓN CON LASTRE	14.344,77	802.000,00

CODIGO	FAMILIA	SUB-FAMILIA	CANT	UNID	DESCRIPCIÓN	PRECIO IV	SUB TOTAL
			32,888	m3	Sustitución con lastre en placa corrida	14.326,84	471.175,00
100130	Materiales	Agregados	32,9	m3	Lastre fino - Base granular de rio 39mm	12.000,00	394.800,00
MO-1010	Mano de Obra	Personal	47	Hrs	Ayudante	1.625,00	76.375,00

CODIGO	FAMILIA	SUB-FAMILIA	CANT	UNID	DESCRIPCIÓN	PRECIO IV	SUB TOTAL
			23,021	m3	Relleno con lastre sobre placa corrida	14.370,39	330.825,00
100130	Materiales	Agregados	23,1	m3	Lastre fino - Base granular de rio 39mm	12.000,00	277.200,00
MO-1010	Mano de Obra	Personal	33	Hrs	Ayudante	1.625,00	53.625,00

ITEM	ACTIVIDAD	CANT	UNID	DESCRIPCIÓN	PRECIO IV	SUB TOTAL
3,03	Placa corrida	16,5	m3	PLACA CORRIDA	180.094,24	2.971.555,00

CODIGO	FAMILIA	SUB-FAMILIA	CANT	UNID	DESCRIPCIÓN	PRECIO IV	SUB TOTAL
			4,1213	m3	Sello Pobre Placa corrida 1 Cem: 15 L	41.798,00	172.260,00
100000	Materiales	Cemento	11	saco	CEMENTO GRIS ESTRUCTURAL 50 KG	5.500,00	60.500,00
100130	Materiales	Agregados	5,5	m3	Lastre fino - Base granular de rio 39mm	12.000,00	66.000,00
MO-1010	Mano de Obra	Personal	17	Hrs	Ayudante	1.625,00	27.625,00
MO-1020	Mano de Obra	Personal	9	Hrs	Operario de construcción	2.015,00	18.135,00

CODIGO	FAMILIA	SUB-FAMILIA	CANT	UNID	DESCRIPCIÓN	PRECIO IV	SUB TOTAL
			164,85	ml	Armadura (confección y colocación)	7.260,21	1.196.845,00
cero Trav.	102110	Materiales	233	unidad	Varilla deformada # 3 de 6m	1.495,00	348.335,00
Acero Long.	102110	Materiales	150	unidad	Varilla deformada # 3 de 6m	1.495,00	224.250,00
	100400	Materiales	65	kg	Alambre negro #16	800,00	52.000,00
	MO-1020	Mano de Obra	284	Hrs	Operario de construcción	2.015,00	572.260,00

CODIGO	FAMILIA	SUB-FAMILIA	CANT	UNID	DESCRIPCIÓN	PRECIO IV	SUB TOTAL
			16,5	m3	Colado de concreto	97.118,18	1.602.450,00
	101110B	Materiales	16,5	m3	Concreto premezclado 210 kg/cm2 (quin	81.500,00	1.344.750,00
	191180D	Equipo y herra	16,5	m3	Bomba telecópica para concreto	9.000,00	148.500,00
	MO-1010	Mano de Obra	30	Hrs	Ayudante	1.625,00	48.750,00
	MO-1020	Mano de Obra	30	Hrs	Operario de construcción	2.015,00	60.450,00

Fuente: Elaboración propia, 2018.

APÉNDICE M: Ejemplo de lista de recursos necesarios

LISTA DE RECURSOS									
CODIGO	FAMILIA	SUB-FAMILIA	CANTIDAD	UNID	DESCRIPCIÓN	13%			MONTO TOTAL
						PRECIO	Imp	PRECIO IVI	
MANO DE OBRA									
MO-1010	Mano de Obra	Personal	5.645,00	Hrs	Ayudante	1.250,00	30%	1.625,00	9.173.125,00
MO-1020	Mano de Obra	Personal	3.824,00	Hrs	Operario de construcción	1.550,00	30%	2.015,00	7.705.360,00
MO-1030	Mano de Obra	Personal	735,00	Hrs	Electricista	1.600,00	29%	2.064,00	1.517.040,00
MO-1040	Mano de Obra	Personal	125,00	Días	Guarda	10.000,00		10.000,00	1.250.000,00
MO-1050	Mano de Obra	Personal	125,00	Días	Maestro de obras	25.000,00		25.000,00	3.125.000,00
EQUIPO Y HERRAMIENTAS									
191180	Equipo y herramier	Equipo	19,00	Hrs	Alquiler de Back Hoe	16.000,00		16.000,00	304.000,00
191180B	Equipo y herramier	Equipo	16,00	viaje	Vagoneta (viajes)	15.000,00		15.000,00	240.000,00
191180D	Equipo y herramier	Equipo	55,80	m3	Bomba telescópica para concreto	9.000,00		9.000,00	502.200,00
193254	Equipo y herramier	Equipo	41,00	mes	Puntal 2.50 - 3.85m (4X)	6.000,00		6.000,00	246.000,00
MATERIALES									
OBRA GRIS									
100101	Materiales	Agregados	1,20	m3	Arena fina de río 6mm	11.946,90	13%	13.500,00	16.200,00
100110	Materiales	Agregados	5,00	m3	ARENA DE TAJO	11.946,90	13%	13.500,00	67.500,00
100111	Materiales	Agregados	5,00	m3	PIEDRA BRUTA	8.000,00	13%	9.040,00	45.200,00
100112	Materiales	Agregados	3,90	m3	Piedra cuartilla 19mm	11.946,90	13%	13.500,00	52.650,00
100130	Materiales	Agregados	161,40	m3	Lastre fino - Base granular de río 39mm	10.619,47	13%	12.000,00	1.936.800,00
101110	Materiales		20,60	m3	Concreto premezclado 210 kg/cm2 (normal 3/4")	66.371,68	13%	75.000,00	1.545.000,00
101110B	Materiales		56,60	m3	Concreto premezclado 210 kg/cm2 (quintilla 1/2")	72.123,89	13%	81.500,00	4.612.900,00
100000	Materiales		20,10	saco	CEMENTO GRIS ESTRUCTURAL 50 KG. TIPO1 MP	4.867,26	13%	5.500,00	110.550,00
100010	Materiales		12,00	saco	Bondex Plus (saco 25kg)	4.769,91	13%	5.390,00	64.680,00
100010B	Materiales		29,00	saco	Bondex TM Porcelanato interiores (saco 25kg)	5.300,88	13%	5.990,00	173.710,00
100210	Materiales		194,00	saco	Pegamix (saco 40kg)	2.734,51	13%	3.090,00	599.460,00
100210B	Materiales		422,10	saco	Repemax grueso (saco 40kg)	2.889,38	13%	3.265,00	1.378.156,50
100210C	Materiales		120,00	saco	Repemax fino (saco 40kg)	3.539,82	13%	4.000,00	480.000,00
101516	Materiales		90,00	kg	FRAGUA PARED	619,47	13%	700,00	63.000,00
101518	Materiales		266,00	kg	FRAGUA PISO	619,47	13%	700,00	186.200,00
100600	Materiales		16,00	BOLSA	SEPARADOR PLASTICO PARA SISA 6 MM	442,48	13%	500,00	8.000,00
100312	Materiales		5,00	kg	CAL CORRIENTE	1.327,43	13%	1.500,00	7.500,00
101446	Materiales		2,10	cubeta	Desmoldante Maxikote WB-1	14.159,29	13%	16.000,00	33.600,00
101700	Materiales		1,00	unidad	SILICÓN TRANSPARENTE P/PISTOLA (cartucho)		13%	-	-
108090	Materiales		85,00	ml	Plástico negro 200 cm ancho	522,12	13%	590,00	50.150,00
108090B	Materiales		10,00	m2	GEOTEXTIL		13%	-	-
161590	Materiales		3,00	ROLLO	CUERDA TRAZO NYLON	796,46	13%	900,00	2.700,00
120140	Materiales	Clavos y tornil	30,00	kg	Clavos 1" (25mm) con cabeza	1.606,19	13%	1.815,00	54.450,00
120190	Materiales	Clavos y tornil	0,50	kg	Clavos 1.1/2" (38mm) sin cabeza	1.672,57	13%	1.890,00	945,00
120220	Materiales	Clavos y tornil	5,00	kg	Clavos 2" (50mm) con cabeza	721,24	13%	815,00	4.075,00
120240	Materiales	Clavos y tornil	93,00	kg	Clavos 2.1/2" (63mm) con cabeza	703,54	13%	795,00	73.935,00
121160	Materiales	Clavos y tornil	370,00	unidad	Clavos Acero 2" (50mm) con cabeza	18,58	13%	21,00	7.770,00
122130	Materiales	Clavos y tornil	702,00	unidad	Clavos Acero negro 1.1/4" (31mm)	8,85	13%	10,00	7.020,00
131050	Materiales	Clavos y tornil	6,00	unidad	TORNILLO P/FLANGER INODORO	376,11	13%	425,00	2.550,00
135070B	Materiales	Clavos y tornil	637,00	unidad	Tornillo p/Techo de 2" (50mm) con arandela	50,00	13%	56,50	35.990,50
103110	Materiales	Prefabricados	112,00	unidad	Bloque de concreto 12x20x40cm (Clase A)	350,00	0%	350,00	39.200,00
103110B	Materiales	Prefabricados	4.231,00	unidad	Bloque de concreto 15x20x40cm (Clase A)	460,00	0%	460,00	1.946.260,00
702180	Materiales	Prefabricados	22,00	m2	Adoquin de concreto 8x10x20 cm gris (50unidad)	9.070,80	13%	10.250,00	225.500,00
Entrep15-C	Materiales	Prefabricados	80,96	m2	Entrepiso prefabricado viguetas 15cm y block tipo O	7.080,00	13%	8.000,40	647.672,38
100400	Materiales	Acero Refuerz	258,00	kg	Alambre negro #16	707,96	13%	800,00	206.400,00
102910B	Materiales	Acero Refuerz	16,00	unidad	Malla electrosoldada #2 15x15cm de 5,30mm (2,50mx	23.619,47	13%	26.690,00	427.040,00
102100	Materiales	Acero Refuerz	453,00	unidad	Varilla # 2 grafilada de 6m	665,00	0%	665,00	301.245,00
102110	Materiales	Acero Refuerz	1.110,00	unidad	Varilla deformada # 3 de 6m	1.495,00	0%	1.495,00	1.659.450,00
102130	Materiales	Acero Refuerz	47,00	unidad	Varilla deformada # 4 de 6m	2.690,00	0%	2.690,00	126.430,00
400400	Materiales	Formaleta	790,00	m	Alfajilla de 50 x 50mm (2" x 2") s/c semidura	668,14	13%	755,00	596.450,00
401000	Materiales	Formaleta	258,00	m	Alfajilla de 50 x 75mm (2" x 3") s/c semidura	960,18	13%	1.085,00	279.930,00
422800	Materiales	Formaleta	1.277,60	m	Regla de 25 x 50mm (1" x 2") s/c SEMIDURA	349,56	13%	395,00	504.652,00
423100	Materiales	Formaleta	170,00	m	Regla de 25 x 75mm (1" x 3") C/C SEMIDURA	508,85	13%	575,00	97.750,00
423400	Materiales	Formaleta	2.667,20	m	Regla de 25 x 75mm (1" x 3") s/c SEMIDURA	477,88	13%	540,00	1.440.288,00
433800	Materiales	Formaleta	6,00	m	Tabla de 25 x 200mm (1" x 8") s/c SUAVE	893,81	13%	1.010,00	6.060,00
434400	Materiales	Formaleta	2,40	m	Tabla de 25 x 250mm (1" x 10") s/c SUAVE	1.115,04	13%	1.260,00	3.024,00
434900	Materiales	Formaleta	88,00	m	Tabla de 25 x 300mm (1" x 12") s/c SEMIDURA	1.469,03	13%	1.660,00	146.080,00
435000	Materiales	Formaleta	1.098,25	m	Tabla de 25 x 300mm (1" x 12") s/c SUAVE	1.336,28	13%	1.510,00	1.658.357,50
435000B	Materiales	Formaleta	3,00	unidad	Tarima de madera	6.000,00	13%	6.780,00	20.340,00
623160	Materiales	Techo	16,00	unidad	Lámina de techo ondulada HG # 28 de 81cm x 183cm	3.290,00	0%	3.290,00	52.640,00
623170	Materiales	Techo	7,00	unidad	Lámina de techo ondulada HG # 28 de 81cm x 366cm	7.595,00	0%	7.595,00	53.165,00
623170E	Materiales	Techo	37,00	unidad	Lámina de techo ondulada HG # 26 de 107cm x 366cm	12.200,00	0%	12.200,00	451.400,00
109100	Materiales	Techo	21,00	unidad	Botagua HG #26 (12") 30x183cm	3.469,03	13%	3.920,00	82.320,00
109100B	Materiales	Techo	14,00	unidad	Cumbrera HG #26 (18") 45x183 cm	4.000,00	13%	4.520,00	63.280,00
109100C	Materiales	Techo	25,00	unidad	Canoa HG #26 (30") 80x183 cm	7.769,91	13%	8.780,00	219.500,00
ACABADOS									
LJA0001	Materiales	Pintura	35,00	pliego	Lija madera 100 pliego de 8,5"x11"	245,00	13%	276,85	9.689,75

Continuación de Apéndice M.

LISTA DE RECURSOS									
CODIGO	FAMILIA	SUB-FAMILIA	CANTIDAD	UNID	DESCRIPCIÓN	PRECIO	13%		MONTO TOTAL
							Imp	PRECIO IVI	
700716	Materiales	Pintura	9,00	galon	THINER FINO	6.371,68	13%	7.200,00	64.800,00
720900	Materiales	Pintura	32,00	galon	SELLADOR PARA CONCRETO	13.340,00	13%	15.074,20	482.374,40
702530	Materiales	Pintura	12,00	galon	BARNIZ PARA INTERIORES MATE	33.176,99	13%	37.490,00	449.880,00
702530B	Materiales	Pintura	3,00	galon	Xilobor	17.159,29	13%	19.390,00	58.170,00
715096	Materiales	Pintura	13,00	cupeta	PINTURA ACRILICA	119.283,19	13%	134.790,00	1.752.270,00
701500	Materiales	Enchapes	60,00	m2	Azulejo Italiano	7.079,65	13%	8.000,00	480.000,00
718000B	Materiales	Enchapes	222,00	m2	Piso porcelanato	7.079,65	13%	8.000,00	1.776.000,00
718000F	Materiales	Enchapes	16,00	m2	Piedra Molejon	6.460,18	13%	7.300,00	116.800,00
718000G	Materiales	Enchapes	185,00	m2	Teja de barro	4.620,00	13%	5.220,60	965.811,00
412400	Materiales	Madera decor	57,30	m	LAUREL 12 X 25 C/C (BATIENTE)	207,96	13%	235,00	13.465,50
415100	Materiales	Madera decor	57,30	m	Marco para puerta 25 x 100 (1"x4") c/c Pino	1.194,69	13%	1.350,00	77.355,00
435300C	Materiales	Madera decor	166,00	m	Rodapie 12 X 100 LAUREL	575,22	13%	650,00	107.900,00
435300E	Materiales	Madera decor	185,00	m	Cuarto Redondo 25mm LAUREL	230,09	13%	260,00	48.100,00
435300	Materiales	Madera decor	1.909,30	m	TABLILLA 12 X 75 LAUREL	442,48	13%	500,00	954.650,00
MD-0001	Materiales	Madera decor	24,00	m	Viga madera de 50x100mm c/c semi duro	1.362,83	13%	1.540,00	36.960,00
MD-0002	Materiales	Madera decor	190,00	m	Viga madera de 50x150mm c/c semi duro	2.044,25	13%	2.310,00	438.900,00
MD-0003	Materiales	Madera decor	25,00	m	Viga madera de 50x200mm c/c semi duro	2.743,36	13%	3.100,00	77.500,00
719300	Materiales	Puertas y acc.	9,00	unid	PUERTA 90 X 210 interna	14.159,29	13%	16.000,00	144.000,00
719900	Materiales	Puertas y acc.	1,00	unid	PUERTA 90 X 210 interna tablero de pino	30.964,60	13%	34.990,00	34.990,00
719904	Materiales	Puertas y acc.	1,00	unid	PUERTA 100 X 210 SOLIDA	66.371,68	13%	75.000,00	75.000,00
703160	Materiales	Puertas y acc.	2,00	par	Bisagra 75 x 75mm (3" x 3") Hierro	1.150,44	13%	1.300,00	2.600,00
703340	Materiales	Puertas y acc.	22,00	par	Bisagra 75 x 75 mm (3" x 3") dorada	1.150,44	13%	1.300,00	28.600,00
706430	Materiales	Puertas y acc.	1,00	unid	Cerradura pico de lora	20.353,98	13%	23.000,00	23.000,00
706430B	Materiales	Puertas y acc.	1,00	unid	Cerradura de entrada principal	32.566,37	13%	36.800,00	36.800,00
706430C	Materiales	Puertas y acc.	9,00	unid	Cerradura interna	11.504,42	13%	13.000,00	117.000,00
150220	Materiales	Puertas y acc.	1,00	unid	Candado 50mm	3.000,00	13%	3.390,00	3.390,00
800030	Materiales	Puertas y acc.	0,50	kg	Cadena galvanizada 6,3mm (1/4")	1.500,00	13%	1.695,00	847,50
721500	Materiales	Puertas y acc.	11,00	unid	Tope para puerta	2.097,35	13%	2.370,00	26.070,00
708730B	Materiales	Loza	3,00	unid	Inodoro dual flush Helvex blanco MOP03	114.778,76	13%	129.700,00	389.100,00
708930C	Materiales	Loza	3,00	unid	Lavatorio Ovalyn Blanco submontar American Standard	33.619,47	13%	37.990,00	113.970,00
708930K	Materiales	Loza	1,00	unid	Tina con Jacuzzi	442.477,88	13%	500.000,00	500.000,00
708080C	Materiales	Grifería	1,00	unid	Fregadero INOX 2 tanque 1 batea 50 x 116 cm TEKA	131.849,56	13%	148.990,00	148.990,00
799110	Materiales	Grifería	1,00	unid	CACHERA FREGADERO	40.442,48	13%	45.700,00	45.700,00
799120	Materiales	Grifería	3,00	unid	CACHERA LAVATORIO	37.168,14	13%	42.000,00	126.000,00
799130	Materiales	Grifería	4,00	unid	CACHERA DUCHA	109.734,51	13%	124.000,00	496.000,00
708458	Materiales	Grifería	4,00	unid	ACCESORIOS PARA BAÑO COLOR	26.548,67	13%	30.000,00	120.000,00
LAE001	Materiales	Luminarias	9,00	unid	Luminaria incandescente de empotrar SPOT	6.194,69	13%	7.000,00	63.000,00
LAC1001	Materiales	Luminarias	26,00	unid	Luminaria incandescente de cielo superficial	22.123,89	13%	25.000,00	650.000,00
LACC001	Materiales	Luminarias	6,00	unid	Luminaria incandescente Colgante	30.973,45	13%	35.000,00	210.000,00
LAEX001	Materiales	Luminarias	9,00	unid	Luminaria incandescente Exterior tipo farol	15.044,25	13%	17.000,00	153.000,00
					INSTALACIÓN ELÉCTRICA				
903150	Materiales	Eléctrico	4,00	UNIDAD	Bombillo 100w	500,00	13%	565,00	2.260,00
680970	Materiales	Eléctrico	2,00	UNIDAD	CALENTADOR INSTANTANEO	150.442,48	13%	170.000,00	340.000,00
907900	Materiales	Eléctrico	38,00	METRO	CABLE THHN # 2 ROJO	2.451,33	13%	2.770,00	105.260,00
908100	Materiales	Eléctrico	19,00	METRO	CABLE THHN # 4 BLANCO	1.761,06	13%	1.990,00	37.810,00
908600	Materiales	Eléctrico	31,00	METRO	CABLE THHN # 6 NEGRO	1.039,82	13%	1.175,00	36.425,00
908600B	Materiales	Eléctrico	27,00	METRO	CABLE THHN # 6 BLANCO	1.039,82	13%	1.175,00	31.725,00
908600A	Materiales	Eléctrico	27,00	METRO	CABLE THHN # 6 AZUL	1.039,82	13%	1.175,00	31.725,00
909300	Materiales	Eléctrico	110,00	METRO	CABLE THHN #10 Blanco	371,68	13%	420,00	46.200,00
909400	Materiales	Eléctrico	12,00	METRO	CABLE THHN #10 NEGRO	371,68	13%	420,00	5.040,00
909500A	Materiales	Eléctrico	12,00	METRO	CABLE THHN #10 AZUL	371,68	13%	420,00	5.040,00
909500V	Materiales	Eléctrico	38,00	METRO	CABLE THHN #10 Verde	371,68	13%	420,00	15.960,00
909600	Materiales	Eléctrico	535,00	METRO	CABLE THHN #12 AZUL	190,27	13%	215,00	115.025,00
909610	Materiales	Eléctrico	535,00	METRO	CABLE THHN #12 VERDE	190,27	13%	215,00	115.025,00
909700	Materiales	Eléctrico	476,00	METRO	CABLE THHN #12 BLANCO	190,27	13%	215,00	102.340,00
916202	Materiales	Eléctrico	50,00	UNIDAD	CAJA OCTOGONAL EMT	610,62	13%	690,00	34.500,00
916402	Materiales	Eléctrico	87,00	UNIDAD	CAJA RECTANGULAR EMT	159,29	13%	180,00	15.660,00
916510	Materiales	Eléctrico	2,00	UNIDAD	Base para medidor 200Amp	36.017,70	13%	40.700,00	81.400,00
916821	Materiales	Eléctrico	1,00	UNIDAD	CENTRO DE CARGA 32 Espacios (para empotrar)	69.469,03	13%	78.500,00	78.500,00
917110	Materiales	Eléctrico	1,00	UNIDAD	Conduleta botaguas 31mm	2.610,62	13%	2.950,00	2.950,00
917200	Materiales	Eléctrico	1,00	UNIDAD	CONDULETA BOTAGUAS 38 MM	2.610,62	13%	2.950,00	2.950,00
917500	Materiales	Eléctrico	252,00	UNIDAD	CONECTOR 12 MM CONDUIT EMT	274,34	13%	310,00	78.120,00
918020	Materiales	Eléctrico	2,00	UNIDAD	Conector conduit EMT 31mm		13%	-	-
918100	Materiales	Eléctrico	5,00	UNIDAD	CONECTOR 38 MM CONDUIT EMT	1.637,17	13%	1.850,00	9.250,00
918600	Materiales	Eléctrico	252,00	UNIDAD	CURVA 12 MM CONDUIT PVC	97,35	13%	110,00	27.720,00
919400	Materiales	Eléctrico	2,00	UNIDAD	CURVA 38 MM CONDUIT PVC	933,63	13%	1.055,00	2.110,00
922500	Materiales	Eléctrico	17,00	UNIDAD	INTERRUPTOR TERMO (BREAKER) 1P/ 20 A	4.867,26	13%	5.500,00	93.500,00
923200B	Materiales	Eléctrico	1,00	UNIDAD	INTERRUPTOR TERMO (BREAKER) 2P/ 30 A	12.035,40	13%	13.600,00	13.600,00
923400B	Materiales	Eléctrico	3,00	UNIDAD	INTERRUPTOR TERMO (BREAKER) 2P/ 50 A	16.371,68	13%	18.500,00	55.500,00
923610B	Materiales	Eléctrico	1,00	UNIDAD	INTERRUPTOR TERMO (BREAKER) 2P/ 125 A	102.292,04	13%	115.590,00	115.590,00

Continuación de Apéndice M.

LISTA DE RECURSOS								13%		
CODIGO	FAMILIA	SUB-FAMILIA	CANTIDAD	UNID	DESCRIPCIÓN	PRECIO	Imp	PRECIO IVI	MONTO TOTAL	
923800	Materiales	Eléctrico	1,00	UNIDAD	Interruptor entrada 3 polos 100 amperios	37.601,77	13%	42.490,00	42.490,00	
924800	Materiales	Eléctrico	11,00	UNIDAD	Apagador sencillo	3.008,85	13%	3.400,00	37.400,00	
924800B	Materiales	Eléctrico	10,00	UNIDAD	Apagador doble	3.805,31	13%	4.300,00	43.000,00	
924800C	Materiales	Eléctrico	4,00	UNIDAD	Apagador triple	5.663,72	13%	6.400,00	25.600,00	
926000	Materiales	Eléctrico	2,00	UNIDAD	Plafón plástico económico	442,48	13%	500,00	1.000,00	
926500	Materiales	Eléctrico	1,00	ROLLO	Tape eléctrico 10 metros		13%	-	-	
927000	Materiales	Eléctrico	55,00	UNIDAD	Toma corriente doble	3.929,20	13%	4.440,00	244.200,00	
927000A	Materiales	Eléctrico	7,00	UNIDAD	Toma corriente doble Exterior	7.079,65	13%	8.000,00	56.000,00	
927000D	Materiales	Eléctrico	4,00	UNIDAD	Toma 240v para empotrar	3.929,20	13%	4.440,00	17.760,00	
928000	Materiales	Eléctrico	180,00	UNIDAD	TUBO 12 MM CONDUIT PVC 3m	314,16	13%	355,00	63.900,00	
928300	Materiales	Eléctrico	4,00	UNIDAD	TUBO 18 MM CONDUIT PVC 3m	407,08	13%	460,00	1.840,00	
928500	Materiales	Eléctrico	9,00	UNIDAD	TUBO 25 MM CONDUIT PVC 3m	986,73	13%	1.115,00	10.035,00	
928900	Materiales	Eléctrico	7,00	UNIDAD	TUBO 38 MM CONDUIT PVC 3m	2.345,13	13%	2.650,00	18.550,00	
928800	Materiales	Eléctrico	1,00	UNIDAD	Tubo EMT 31mm de 3m	3.836,28	13%	4.335,00	4.335,00	
929000	Materiales	Eléctrico	1,00	UNIDAD	Tubo EMT 38mm de 3m	3.398,23	13%	3.840,00	3.840,00	
929000B	Materiales	Eléctrico	1,00	UNIDAD	Tubo EMT 63mm de 3m		13%	-	-	
929500	Materiales	Eléctrico	179,00	UNIDAD	UNION 12 MM CONDUIT PVC	48,67	13%	55,00	9.845,00	
929700	Materiales	Eléctrico	4,00	UNIDAD	UNION 18 MM CONDUIT PVC	79,65	13%	90,00	360,00	
929900	Materiales	Eléctrico	9,00	UNIDAD	UNION 25 MM CONDUIT PVC	106,19	13%	120,00	1.080,00	
929900B	Materiales	Eléctrico	7,00	UNIDAD	UNION 38 MM CONDUIT PVC	362,83	13%	410,00	2.870,00	
931110	Materiales	Eléctrico	2,00	unid	Varilla Cooperwell 300cm x 18mm c/gaza	14.159,29	13%	16.000,00	32.000,00	
					INSTALACIÓN MECÁNICA					
100500	Materiales	Mecánico	4,00	rollo	Teflon	778,76	13%	880,00	3.520,00	
201100	Materiales	Mecánico	1,00	unid	Adaptador Hembra PVC 12mm (1/2")	115,04	13%	130,00	130,00	
201210	Materiales	Mecánico	6,00	unid	ADAPTADOR HEMBRA 12 MM CPVC	973,45	13%	1.100,00	6.600,00	
202100	Materiales	Mecánico	4,00	unid	ADAPTADOR MACHO 12 MM PVC	115,04	13%	130,00	520,00	
202110	Materiales	Mecánico	1,00	unid	ADAPTADOR MACHO 18 MM PVC	203,54	13%	230,00	230,00	
202210	Materiales	Mecánico	9,00	unid	ADAPTADOR MACHO 12 MM CPVC	1.371,68	13%	1.550,00	13.950,00	
204240B	Materiales	Mecánico	8,00	unid	Codo 45 x 38mm PVC Sanitario SDR 32,5 p. delgada	380,53	13%	430,00	3.440,00	
204240C	Materiales	Mecánico	15,00	unid	Codo 45 x 50mm PVC Sanitario SDR 32,5 p. delgada	460,18	13%	520,00	7.800,00	
204240	Materiales	Mecánico	17,00	unid	CODO 45 X 100 PVC SANITARIO	4.796,46	13%	5.420,00	92.140,00	
205100	Materiales	Mecánico	19,00	unid	CODO 90 X 12 CPVC	389,38	13%	440,00	8.360,00	
205120	Materiales	Mecánico	30,00	unid	CODO 90 X 12 HG	194,69	13%	220,00	6.600,00	
205130	Materiales	Mecánico	2,00	unid	CODO 90 X 18 HG	292,04	13%	330,00	660,00	
205210	Materiales	Mecánico	16,00	unid	CODO 90 X 38 PVC SANITARIO	840,71	13%	950,00	15.200,00	
205220	Materiales	Mecánico	28,00	unid	CODO 90 X 50 PVC SANITARIO	1.265,49	13%	1.430,00	40.040,00	
205220B	Materiales	Mecánico	27,00	unid	CODO 90 X 75 PVC SANITARIO	1.318,58	13%	1.490,00	40.230,00	
205240	Materiales	Mecánico	2,00	unid	CODO 90 X 100 PVC SANITARIO	5.588,50	13%	6.315,00	12.630,00	
205300	Materiales	Mecánico	39,00	unid	Codo liso PVC 90 x 12mm (1/2")	185,84	13%	210,00	8.190,00	
205420	Materiales	Mecánico	16,00	unid	CODO ROSCADO 90 X 12 PVC	185,84	13%	210,00	3.360,00	
207110	Materiales	Mecánico	3,00	unid	FLANGER PARA INODORO 100 X 100 MM PVC	2.522,12	13%	2.850,00	8.550,00	
100550	Materiales	Mecánico	3,00	unid	EMPAQUE CERA PARA FLANGER INODORO	610,62	13%	690,00	2.070,00	
208110	Materiales	Mecánico	6,00	unid	VALVULA O LLAVE DE CHORRO 12 MM HG	6.371,68	13%	7.200,00	43.200,00	
208130	Materiales	Mecánico	1,00	unid	Llave de chorro PVC 12mm (1/2") con rosca	619,47	13%	700,00	700,00	
208160	Materiales	Mecánico	11,00	unid	VALVULA O LLAVE DE CONTROL A PARED 12 X 12	3.451,33	13%	3.900,00	42.900,00	
208190	Materiales	Mecánico	3,00	unid	Válvula o llave de paso HG de 12mm (1/2")	4.734,51	13%	5.350,00	16.050,00	
208200	Materiales	Mecánico	1,00	unid	Válvula o llave de paso PVC de 12mm (1/2")	442,48	13%	500,00	500,00	
208210	Materiales	Mecánico	2,00	unid	VALVULA O LLAVE REGULACION DE PRESION 12	9.685,84	13%	10.945,00	21.890,00	
208220	Materiales	Mecánico	1,00	unid	VALVULA O LLAVE REGULACION DE PRESION 18	13.929,20	13%	15.740,00	15.740,00	
208301	Materiales	Mecánico	3,00	unid	VALVULA O LLAVE TIPO CHECK 12 MM	2.610,62	13%	2.950,00	8.850,00	
208500	Materiales	Mecánico	1,00	unid	RELOJ MANOMETRICO DE 0 - 4.2 KG/CM2 (60 PSI)	1.814,16	13%	2.050,00	2.050,00	
209090	Materiales	Mecánico	3,00	unid	NIPLE 12 X 38 MM HG	477,88	13%	540,00	1.620,00	
209112	Materiales	Mecánico	11,00	unid	NIPLE 12 X 75 MM HG CROMADO	663,72	13%	750,00	8.250,00	
209122	Materiales	Mecánico	6,00	unid	NIPLE 12 X 100 MM HG CROMADO	942,48	13%	1.065,00	6.390,00	
209160	Materiales	Mecánico	4,00	unid	NIPLE 12 X 200 MM HG	1.389,38	13%	1.570,00	6.280,00	
209180	Materiales	Mecánico	8,00	unid	NIPLE 12 X 250 MM HG	1.800,88	13%	2.035,00	16.280,00	
209210	Materiales	Mecánico	3,00	unid	NIPLE 12 X 400 MM HG	1.026,55	13%	1.160,00	3.480,00	
209216	Materiales	Mecánico	8,00	unid	NIPLE 12 X 700 MM HG	2.053,10	13%	2.320,00	18.560,00	
209217	Materiales	Mecánico	5,00	unid	NIPLE 12 X 1.0 METRO HG	7.203,54	13%	8.140,00	40.700,00	
209219	Materiales	Mecánico	9,00	unid	NIPLE 12 X 1.2 METRO HG	3.079,65	13%	3.480,00	31.320,00	
209230	Materiales	Mecánico	2,00	unid	NIPLE 18 X 38 MM HG	176,99	13%	200,00	400,00	
210098	Materiales	Mecánico	1,00	unid	REDUCCION 18 X 9 MM HG	575,22	13%	650,00	650,00	
210100	Materiales	Mecánico	1,00	unid	REDUCCION 18 X 12 MM HG	176,99	13%	200,00	200,00	
210450	Materiales	Mecánico	21,00	unid	REDUCCION LISA 50 X 38 MM PVC SANITARIO	575,22	13%	650,00	13.650,00	
210570	Materiales	Mecánico	11,00	unid	REDUCCION LISA 100 X 50 MM PVC SANITARIO	3.119,47	13%	3.525,00	38.775,00	
210570B	Materiales	Mecánico	8,00	unid	REDUCCION LISA 100 X 75 MM PVC SANITARIO	4.150,44	13%	4.690,00	37.520,00	
211220	Materiales	Mecánico	1,00	unid	Tapón hembra liso PVC 12mm (1/2")	88,50	13%	100,00	100,00	
214120	Materiales	Mecánico	1,00	unid	TEE 18 MM HG	327,43	13%	370,00	370,00	
214170	Materiales	Mecánico	9,00	unid	TEE 38 MM PVC SANITARIO pared delgada SDR 32	663,72	13%	750,00	6.750,00	
214190	Materiales	Mecánico	14,00	unid	TEE 50 MM PVC SANITARIO pared delgada SDR 32	893,81	13%	1.010,00	14.140,00	

Continuación de Apéndice M.

LISTA DE RECURSOS								
CODIGO	FAMILIA	SUB-FAMILIA	CANTIDAD	UNID	DESCRIPCIÓN	13%		MONTO TOTAL
						PRECIO	Imp	
214240	Materiales	Mecanico	15,00	unid	TEE 12 MM CPVC	309,73	13%	5.250,00
214260	Materiales	Mecanico	35,00	unid	Tee 12mm (1/2") PVC lisa	176,99	13%	7.000,00
214260B	Materiales	Mecanico	2,00	unid	Tee 12mm (1/2") HG	247,79	13%	560,00
215908	Materiales	Mecanico	5,00	unid	UNION REPARACION 12 MM HG	743,36	13%	4.200,00
216121	Materiales	Mecanico	6,00	unid	UNION 12 MM HG CROMADA	575,22	13%	3.900,00
216280	Materiales	Mecanico	2,00	unid	Unión de reparación PVC 12mm (1/2")	1.141,59	13%	2.580,00
216290	Materiales	Mecanico	1,00	unid	UNION DE REPARACION 18 MM PVC	1.504,42	13%	1.700,00
216810	Materiales	Mecanico	2,00	unid	CAMPANA PARA TUBO PVC DRENAJE 115 MM	1.331,86	13%	3.010,00
217130	Materiales	Mecanico	6,00	unid	YEE (GRIEGA) 50 MM PVC SANITARIO SDR 40	2.084,07	13%	14.130,00
217150	Materiales	Mecanico	16,00	unid	YEE (GRIEGA) 100 MM PVC SANITARIO SDR 40	6.575,22	13%	118.880,00
250100	Materiales	Mecanico	8,00	unid	TUBO 12 MM CPVC de 6m	5.035,40	13%	45.520,00
250120	Materiales	Mecanico	25,00	unid	Tubo PVC SCH-40 de 12mm (1/2") de 6m	2.911,50	13%	82.250,00
250160	Materiales	Mecanico	1,00	unid	TUBO 18 MM PVC SCH-40 de 6m	4.415,93	13%	4.990,00
250255	Materiales	Mecanico	11,00	unid	TUBO 38 MM PVC SDR-41 SANITARIO de 6m	5.553,10	13%	69.025,00
250292	Materiales	Mecanico	7,60	unid	TUBO 50 MM PVC SDR-41 SANITARIO de 6m	9.800,88	13%	84.170,00
250335	Materiales	Mecanico	12,00	unid	TUBO 75 MM PVC SDR-41 SANITARIO de 6m	13.530,97	13%	183.480,00
250380	Materiales	Mecanico	13,30	unid	TUBO 100 MM PVC SDR-41 SANITARIO de 6m	20.610,62	13%	309.757,00
250380B	Materiales	Mecanico	3,00	unid	TUBO 150 MM PVC SDR-41 SANITARIO de 6m	52.646,02	13%	178.470,00
250348	Materiales	Mecanico	2,00	unid	TUBO PVC PERFORADO 115 MM X 600 CM P/DRENAJE	8.362,83	13%	18.900,00
290090	Materiales	Mecanico	6,00	unid	EXTENSIÓN DESAGUE BAÑO 38 MM PLÁSTICA	4.150,44	13%	28.140,00
290106	Materiales	Mecanico	3,00	unid	DESAGUE BAÑO CROMADO 50 MM C/REGISTRO	4.238,94	13%	14.370,00
290122	Materiales	Mecanico	1,00	unid	DESAGUE FREGADERO 38 MM DOBLE C/SIFON	2.115,04	13%	2.390,00
290126	Materiales	Mecanico	2,00	unid	DESAGUE FREGADERO GRANDE CON COL.PLASTICO	2.203,54	13%	4.980,00
290132	Materiales	Mecanico	4,00	unid	DESAGUE LAVATORIO	2.044,25	13%	9.240,00
290142	Materiales	Mecanico	1,00	unid	DESAGUE TINA	3.362,83	13%	3.800,00
290187	Materiales	Mecanico	1,00	unid	Pegamento PVC 25 gr gris		13%	-
290211	Materiales	Mecanico	12,20	unid	PEGAMENTO PVC 950 ML GRIS C/BROCHIN	9.026,55	13%	124.440,00
290211B	Materiales	Mecanico	4,50	unid	PEGAMENTO CPVC 120 ML AGUA CALIENTE	4.513,27	13%	22.950,00
290307	Materiales	Mecanico	5,00	unid	SIFON DE PARED 38 MM PVC	6.115,04	13%	34.550,00
290314	Materiales	Mecanico	1,00	unid	SIFON DE PISO 38 MM PVC	10.305,31	13%	11.645,00
290380	Materiales	Mecanico	11,00	unid	TUBO ABASTO PVC 12 MM X 12 MM	2.115,04	13%	26.290,00
290410	Materiales	Mecanico	1,00	unid	Trampa de grasa de concreto (L47xA27xH32)	7.433,63	13%	8.400,00
290500	Materiales	Mecanico	5,00	unid	Caja de registro de concreto (L32xA32xH28)	5.309,73	13%	30.000,00
					SUBCONTRATOS			
VT10001	Sub-contrato		21,60	m2	Ventanería	45.000,00		972.000,00
VT10002	Sub-contrato		2,00	unid	Puertas de vidrio corredizas	300.000,00		600.000,00
VT10003	Sub-contrato		3,00	unid	Puertas de duchas	110.000,00		330.000,00
CieloGYPD	Sub-contrato		71,30	m2	Cielo en gypsum	13.000,00		926.900,00
Ba0001	Sub-contrato		11,10	ml	Baranda metálica	41.350,00		458.985,00
					TOTAL DE RECURSOS			65.992.211,03

Fuente: Elaboración propia, 2018.

APÉNDICE N: Plantilla de presupuesto detallado

PRESUPUESTO DETALLADO

COSTOS DIRECTOS							
	Descripción	Cantidad	Unid	Materiales	Mano de obra	Subcontrato	Costo Total
1	OBRAS PRELIMINARES			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
1.1	Limpieza de terreno			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
1.2	Cerramiento del área de trabajo			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
1.3	Construcción de bodega, almacén de materiales, oficina y rótulo de proyecto			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
1.4	Trazo de la obra con topografía			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
2.1	Corte			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
2.2	Botado de material			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
2.3	Relleno compactado con material de sitio			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
2.4	Nivelación y compactación de la terraza principal			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
3	CIMENTOS			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
3.1	Excavación y traslado			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
3.2	Relleno con lastre compactado para losa de fundación			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
3.3	Armado y colocación de acero para losa de fundación principal			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
3.4	Colado de concreto para losa de fundación			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
4	ESTRUCTURA DE ACERO			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
4.1	Columnas y vigas de Acero			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
4.2	Cerchas de acero			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
4.3	Clavadores y tensores de techo			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
5	CUBIERTA DE TECHO			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
5.1	Cubierta y accesorios			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
5.2	Aislante térmico			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
5.3	Hojalatería (Cumbrera y botaguas)			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
5.4	Canoas (incluye boquillas y accesorios)			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
6	PAREDES			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
6.1	Estructurado de paredes tipo durock			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
6.2	Forrado de paredes tipo durock			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
6.3	Estructurado de paredes tipo gypsum			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
6.4	Forrado de paredes tipo gypsum			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
7	ACABADO DE PISO Y ENCHAPES			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
7.1	Piso porcelanato			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
7.2	Fragua para piso			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
7.3	Enchapes en servicios sanitarios			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
7.4	Fragua para enchape de paredes			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
8	ACABADOS DE CIELOS Y PAREDES			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
8.1	Estructurado de Cielo suspendido			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
8.2	Colocación de láminas de cielo suspendido de fibra mineral			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
8.3	Cielo gypsum con acabados			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
8.4	Cielo lámina Densglass con acabados			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
8.5	Precinta (densglass) con acabados			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
8.6	Repello grueso sisado			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
8.7	Sisas con perfiles de aluminio			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
8.8	Pasta cementicia de acabado fino para exteriores			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
8.9	Revestimiento para paredes de gypsum			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
8.10	Aplicación de sellador en paredes internas			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
8.11	Aplicación de sellador en paredes exteriores			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
8.12	Aplicación de pintura de acabado en paredes internas			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
8.13	Aplicación de pintura de acabado en exteriores			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
8.14	Rodapié de madera			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
9	PUERTAS Y VENTANERÍA			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
9.1	Colocación y acabado de ventanería			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
9.2	Colocación y acabado de puertas de aluminio (incluye marco)			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
9.3	Colocación y acabado de cerrajería y accesorios de puertas de aluminio			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
9.4	Colocación y acabado de puertas de madera (incluye marco)			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
9.5	Colocación y acabado de cerrajería y accesorios de puertas de madera			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
9.6	Maestreado de llavines			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -

Continuación de Apéndice N.



PROYECTO

Oficina de Ingeniería
Tel.: 2550-2399 • Fax: 2552-7952

La Arquitectura y la Ingeniería al servicio del TEC

PRESUPUESTO DETALLADO

COSTOS DIRECTOS							
	Descripción	Cantidad	Unid	Materiales	Mano de obra	Subcontrato	Costo Total
10	MUEBLES DE OBRA			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
10.1	Colocación y acabado de muebles de madera en cocina			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
10.2	Construcción y enchape de muebles de concreto en cocina			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
11	SISTEMA PLUVIAL			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
11.1	Bajantes en tubo HN (incluye accesorios de fijación)			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
11.2	Bajantes en tubo PVC (incluye accesorios de fijación)			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
11.3	Construcción y acabado de cajas de registro pluvial			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
11.4	Parrilla metálica para cajas pluviales			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
11.5	Construcción de cuneta revestida de concreto			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
11.6	Construcción y acabado de cabezal de salida			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
11.7	Canalización [corte y relleno]			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
11.8	Colocación de tubería de PVC de 100 mm.			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
11.9	Colocación de tubería de PVC de 200 mm.			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
11.10	Colocación de tubería Novafort de 300 mm.			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
11.11	Colocación de tubería Novafort de 400 mm.			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
12	SISTEMA MECÁNICO Y CALENTADOR SOLAR			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
12.1	Canalización [corte y relleno]			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
12.2	Construcción de acometida potable			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
12.3	Construcción del sistema potable general			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
12.4	Construcción del sistema agua caliente			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
12.5	Construcción del sistema sanitario general			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
12.6	Construcción del sistema de ventilación sanitaria			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
12.7	Construcción y acabado de cajas para válvulas de sistema potable			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
12.8	Construcción y acabado de cajas de registro sanitarias			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
12.9	Construcción y acabado de trampas de grasa sanitarias			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
12.10	Inodoro para personas con discapacidad			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
12.11	Inodoro estándar			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
12.12	Lavamanos			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
12.13	Accesorios en servicios sanitarios			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
12.14	Colocación de grifería en servicios sanitarios			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
12.15	Colocación de fregadero y grifería en cocina			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
12.16	Construcción y acabado de pileta de aseo			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
12.17	Suministro e Instalación del Calentador Solar			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
13	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
13.1	Condensadoras - sistemas independientes			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
13.2	Evaporadoras pared alta - sistemas independientes			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
13.3	Termostatos			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
13.4	Sistema de control			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
13.5	Tubería de refrigeración			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
13.6	Soportería (equipos, tubería y ductos)			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
13.7	Pruebas y arranques			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
14	SISTEMA ELÉCTRICO			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
14.1	Transformador			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
14.2	Canalización de acometida			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -

Continuación de Apéndice N.

PRESUPUESTO DETALLADO

COSTOS DIRECTOS							
	Descripción	Cantidad	Unid	Materiales	Mano de obra	Subcontrato	Costo Total
14.3	Cableado de acometidas y tableros (principal y ramales)			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
14.4	Suministro e instalación de tableros eléctricos (principal y secundarios)			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
14.5	Suministro e instalación de interruptores principales en tableros principales y secundarios			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
14.6	Suministro e instalación de interruptores ramales en tableros secundarios			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
14.7	Suministro e instalación de supresor de transitorios en tableros (principal y secundarios)			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
14.8	Canalización e instalación de cajas salidas del sistema de fuerza (tomacorrientes en general)			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
14.9	Cableado sistema de fuerza (tomacorrientes)			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
14.10	Cableado sistema de fuerza (tomacorrientes UPS)			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
14.11	Accesorios sistema de fuerza (placas y tomacorrientes tomacorrientes en general)			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
14.12	Suministro e instalación de tomacorrientes (incluye placas y tomacorrientes)			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
14.13	Canalización y cableado Salidas especiales (220 V)			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
14.14	Canalización y cajas sistema de iluminación general			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
14.15	Cableado sistema de iluminación interna (incluye iluminación en aleros)			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
14.16	Suministro e instalación de luminarias internas (incluye aleros)			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
14.17	Accesorios sistema de iluminación interna			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
14.18	Suministro e instalación de luminarias externas			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
14.19	Cableado sistema de iluminación exterior			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
14.20	Suministro e instalación sistema de puesta a tierra			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
14.21	Cableado, varillas y barras de cobre del sistema de puesta a tierra			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
14.22	Accesorios sistema de puesta a tierra (incluye soldadura exotérmica)			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
14.23	Construcción y acabado de cajas de registro eléctrico			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
14.24	Etiquetado del sistema eléctrico			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
14.25	Pruebas y puesta en marcha del sistema eléctrico			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
15	GENERADOR ELÉCTRICO			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
15.1	Suministro e instalación de generador eléctrico (incluye acometidas)			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
15.2	Suministro e instalación de transferencia automática			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
15.3	Canalización acometida generador			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
15.4	Cableado acometida generador			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
15.5	Puesta en marcha de generador eléctrico			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
16	UPS			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
16.1	Suministro e instalación de UPS			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
16.2	Canalización acometida UPS			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
16.3	Cableado acometida UPS			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
17	SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
17.1	Canalización de fibra óptica			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
17.2	Suministro e instalación de fibra óptica			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
17.3	Cajas de registro en exteriores			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
17.4	Sistema de cableado estructurado			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
17.5	Suministro e instalación de Equipo activo			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
17.6	Suministro e instalación de Equipo pasivo			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
17.7	Sistema de puesta a tierra			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -

Continuación de Apéndice N.

PRESUPUESTO DETALLADO

COSTOS DIRECTOS							
	Descripción	Cantidad	Unid	Materiales	Mano de obra	Subcontrato	Costo Total
17.8	Suministro e instalación de terminales de red			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
17.9	Etiquetado del sistema de telecom			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
17.10	Suministro de patch cords			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
17.11	Certificado del sistema de telecom			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
17.12	Pruebas y puesta en marcha del sistema de telecom			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
18	CONTROL DE ACCESO			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
18.1	Canalización y cajas sistema de control de acceso			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
18.2	Cableado sistema de control de acceso			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
18.3	Accesorios sistema de control de acceso			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
18.4	Equipos sistema de control de acceso			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
18.5	Suministro e instalación de panel de control de acceso			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
18.6	Pruebas y puesta en marcha del sistema de control de acceso			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
19	SISTEMA DE ALARMA CONTRA INCENDIOS			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
19.1	Canalización y cajas del sistema de alarma contra incendios			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
19.2	Cableado del sistema de alarma contra incendios			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
19.3	Colocación de sensores de humo			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
19.4	Colocación de estaciones manuales			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
19.5	Colocación de luces estroboscópicas y sirenas			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
19.6	Colocación de anunciadores remotos			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
19.7	Colocación de panel de alarma sistema contra incendios			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
19.8	Colocación de cobertores de estaciones manuales			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
19.9	Colocación de sirenas en puertas de emergencia			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
19.10	Colocación de controles de relay			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
19.11	Etiquetado del sistema de alarma contra incendios			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
19.12	Certificado del sistema contra incendios			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
19.13	Pruebas y puesta en marcha del sistema de alarma contra incendios			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
20	SEGURIDAD HUMANA			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
20.1	Rotulación interna			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
20.2	Suministro e instalación de los extintores			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
20.3	Suministro e instalación de camilla de emergencia equipada			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
20.4	Suministro e instalación de botiquines básicos de primeros auxilios equipados			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
20.5	Rotulación exterior			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
21	OBRAS EXTERIORES			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
21.1	Colocación de encofrados y malla electro soldada para aceras perimetrales			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
21.2	Colado de aceras perimetrales de concreto			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
21.3	Acabado escobillado tiburoneado para aceras			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
21.4	Colocación de encofrados y malla electro soldada para aceras de acceso			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
21.5	Colado de aceras de acceso en concreto			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
21.6	Acabado escobillado tiburoneado para aceras de acceso			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
21.7	Muro de Retención en rampa de acceso			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
21.8	Barandas de metal			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
21.9	Reubicación de canal natural			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
21.10	Alcantarilla de concreto en acceso			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
21.11	Construcción y acabado de cabezal de entrada y salida			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -

Continuación de Apéndice N.

PRESUPUESTO DETALLADO

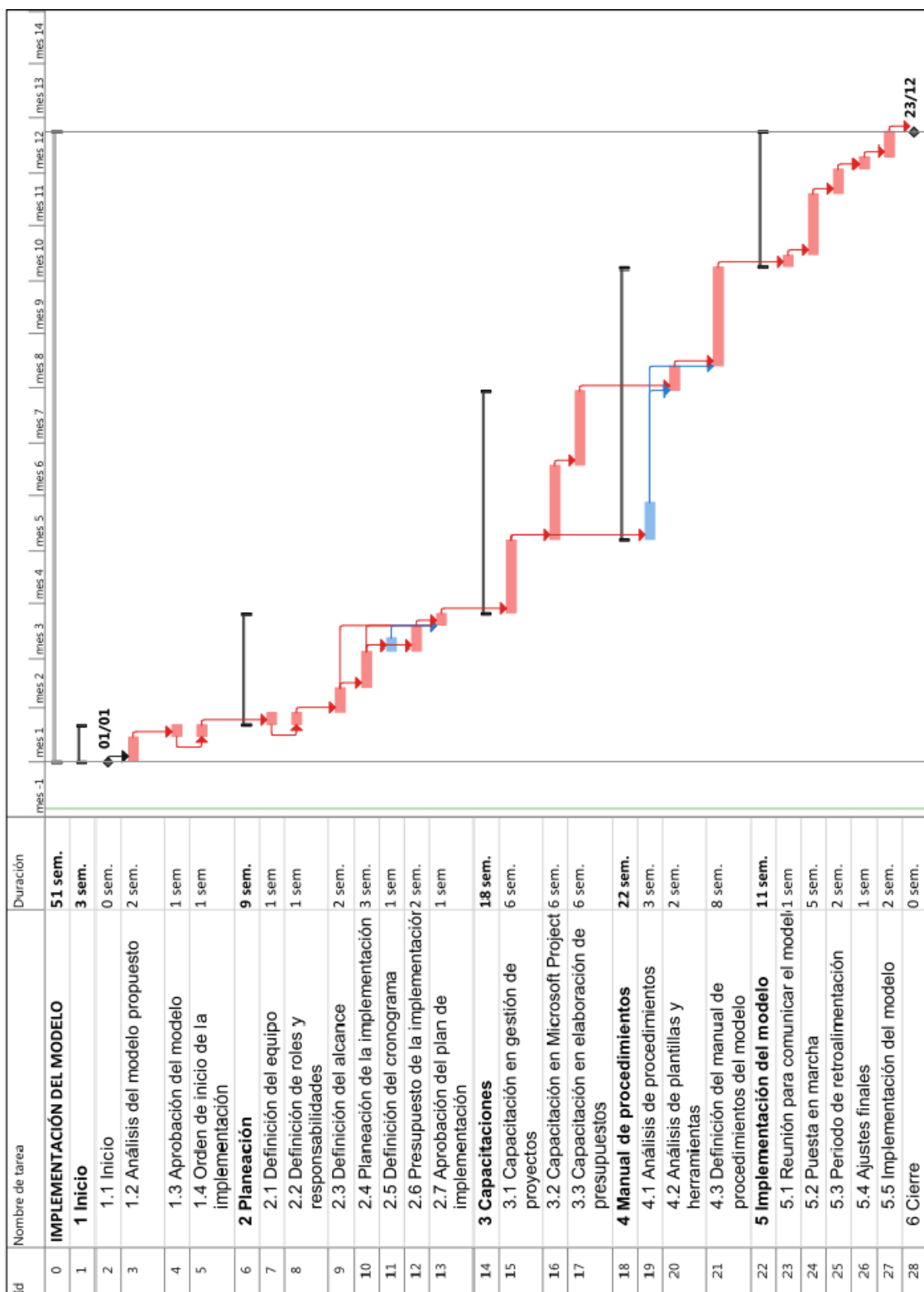
COSTOS DIRECTOS							
	Descripción	Cantidad	Unid	Materiales	Mano de obra	Subcontrato	Costo Total
21.12	Colocación de zacate San Agustín en área verde (incluye capa de tierra vegetal)			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
22	ENTREGA DEL PROYECTO			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
22.1	Eliminación de obras perimetrales			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
22.2	Limpieza final			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
22.3	Entrega de documentación técnica, garantías, manuales y planos as built, entre otros			₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				₡ -	₡ -	₡ -	₡ -

COSTOS INDIRECTOS							
	Descripción	Cantidad	Unid	Costo unitario	Costo Total		
MANO DE OBRA INDIRECTA					₡ -	₡ -	
	Maestro de obras		mes	₡ -	₡ -		
	Cuadrilla de trabajos generales		mes	₡ -	₡ -		
	Oficial de seguridad		mes	₡ -	₡ -		
	Ingeniero residente		mes	₡ -	₡ -		
	Ingeniero en ocupación y seguridad laboral		mes	₡ -	₡ -		
OTROS COSTOS INDIRECTOS					₡ -	₡ -	
	Transporte de materiales		5%	₡ -	₡ -		
	Maquinaria		horas	₡ -	₡ -		
	Equipo y herramientas		2%	₡ -	₡ -		
	Cargas sociales		50%	₡ -	₡ -		
	Alquiler de andamios		mes	₡ -	₡ -		
	Cabinas sanitarias		mes	₡ -	₡ -		
	Pólizas y timbres		glob	₡ -	₡ -		
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS						₡ -	

RESUMEN			
	Costos Directos		₡ -
	Costos Indirectos		₡ -
	Imprevistos	3%	₡ -
SUBTOTAL			₡ -
	Administración	5%	₡ -
	Utilidad	10%	₡ -
TOTAL DE LA OBRA			₡ -
RESERVAS			
	Imprevistos de diseño y pruebas de laboratorio	5%	₡ -
	Escalamiento / reajustes de precios	3%	₡ -
	Equipo y mobiliario	2%	₡ -
GRAN TOTAL DEL PROYECTO			₡ -

Fuente: Elaboración propia, 2018.

APÉNDICE O: Cronograma de implementación del modelo



Fuente: Elaboración propia, 2018.

ANEXO 1: Resultados obtenidos del cuestionario aplicado

Respuestas obtenidas de cada uno de los sujetos de información en el cuestionario.

Gestión de los proyectos

N°	Sujetos de información															Puntaje Obtenido	Puntaje Máximo
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	1	5	2	1	3	3	2	4	1	1	2	1	2	1	3	32	75
2	1	5	5	2	3	2	3	3	4	3	2	2	1	4	3	43	75
3	5	5	5	3	5	4	5	5	5	4	5	5	3	5	4	68	75
4	5	5	5	3	5	3	4	4	5	5	3	4	4	5	5	65	75
5	1	5	1	2	4	2	2	4	5	3	1	3	3	4	2	42	75
6	1	2	1	2	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	2	21	75
TOTAL																271	450

Gestión del alcance del proyecto

N°	Sujetos de información															Puntaje Obtenido	Puntaje Máximo
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
7	5	4	4	3	5	3	3	4	5	3	1	1	1	2	3	47	75
8	5	5	5	3	5	4	4	4	3	5	5	5	2	4	4	63	75
9	5	5	5	2	5	4	3	2	3	4	3	2	2	4	4	53	75
10	5	4	1	2	4	4	3	4	5	4	1	4	2	4	3	50	75
11	1	3	5	2	3	5	3	2	1	2	1	1	3	1	3	36	75
12	5	5	5	5	5	3	4	5	5	4	5	4	4	1	5	65	75
13	4	5	4	3	5	2	4	4	5	3	1	5	4	4	4	57	75
14	5	5	5	3	5	4	5	4	5	2	1	3	3	4	4	58	75
15	1	1	3	2	3	2	2	3	4	2	1	1	3	1	2	31	75
TOTAL																460	675

Continuación Anexo 1.

Gestión del cronograma del proyecto

N°	Sujetos de información															Puntaje Obtenido	Puntaje Máximo
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
16	5	5	5	4	4	2	3	4	5	3	2	1	2	4	3	52	75
17	5	5	1	3	1	2	5	4	5	3	1	5	2	4	3	49	75
18	5	5	5	4	4	4	4	4	5	4	1	5	3	4	4	61	75
19	5	5	5	4	5	1	2	3	2	3	1	1	4	1	3	45	75
20	5	5	1	4	5	3	3	5	5	3	5	5	5	4	3	61	75
21	5	5	5	3	5	3	5	4	5	2	1	4	4	4	3	58	75
22	5	3	4	3	5	3	4	3	4	2	1	3	4	1	2	47	75
23	1	5	1	2	3	4	1	2	3	2	1	1	1	1	3	31	75
TOTAL																404	600

Gestión del costo del proyecto

N°	Sujetos de información															Puntaje Obtenido	Puntaje Máximo
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
24	5	5	2	3	4	3	2	4	1	4	5	1	2	3	4	48	75
25	5	5	2	3	4	3	2	5	5	4	3	1	2	1	4	49	75
26	5	5	5	4	5	4	3	4	5	3	5	5	5	1	3	62	75
27	4	5	3	3	5	3	1	4	5	2	3	2	3	2	3	48	75
28	4	5	5	3	4	2	2	3	1	4	4	2	1	1	4	45	75
29	4	5	1	3	4	2	2	5	5	3	5	3	2	1	3	48	75
30	4	5	3	3	4	3	4	4	5	2	5	1	3	3	2	51	75
31	4	3	5	3	5	3	4	4	5	3	2	3	2	4	4	54	75
32	1	3	1	2	2	3	4	2	4	4	1	1	2	5	2	37	75
TOTAL																442	675

Fuente: Elaboración propia, basado en los resultados del cuestionario, 2018.

ANEXO 2: Solicitud de orden de cambio de la organización.

<p>SOLICITUD ORDEN DE CAMBIO</p> <p>N° : <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p>Fecha: <input style="width: 100px;" type="text"/> <small>En formato dd/mm/yyyy</small></p> <p>PROYECTO: <input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/></p> <p>Contratista: <input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/></p>	<p>Oficina de Ingeniería Tel.: 2550-2399 • Fax: 2552-7952 <i>La Arquitectura y la Ingeniería al servicio del TEC</i></p>								
<p>NOMBRE DE REFERENCIA: <input style="width: 90%; height: 40px;" type="text"/></p>									
<p>DESCRIPCIÓN: <input style="width: 90%; height: 80px;" type="text"/></p>									
<p>JUSTIFICACIÓN: <input style="width: 90%; height: 120px;" type="text"/></p>									
RESUMEN EJECUTIVO									
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>RAZÓN DE SOLICITUD: <input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/></p> <p style="margin-left: 20px;"><small>Otro (Especifique):</small> <input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/></p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>SOLICITA: <input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/></p> <p style="margin-left: 20px;"><small>Otro (Especifique):</small> <input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/></p> </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>COSTO REVISADO: <input style="width: 30px;" type="text"/> <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p style="margin-left: 40px;"><small>Separador de decimales es la coma</small></p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>IMPACTO EN EL PROGRAMA: <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SÍ Cantidad de días: <input style="width: 40px;" type="text"/></p> </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>DOCUMENTOS ADJUNTOS:</p> <p><input type="checkbox"/> Fórmula de Eventos Compensables</p> <p><input type="checkbox"/> Copia de la nota en bitácora</p> <p><input type="checkbox"/> Memoria de cálculo</p> <p><input type="checkbox"/> Informe de Evento compensable</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p><input type="checkbox"/> Planos, esquemas y/o diagramas</p> <p><input type="checkbox"/> Fotografías</p> <p><input type="checkbox"/> Otros (Especifique): <input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/></p> </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>ESTADO: <input type="checkbox"/> APROBADO</p> <p> <input type="checkbox"/> RECHAZADO</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>EJECUCIÓN: <input type="checkbox"/> SIN EJECUTAR</p> <p> <input type="checkbox"/> EN PROCESO</p> <p> <input type="checkbox"/> EJECUTADO</p> </td> </tr> </table>		<p>RAZÓN DE SOLICITUD: <input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/></p> <p style="margin-left: 20px;"><small>Otro (Especifique):</small> <input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/></p>	<p>SOLICITA: <input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/></p> <p style="margin-left: 20px;"><small>Otro (Especifique):</small> <input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/></p>	<p>COSTO REVISADO: <input style="width: 30px;" type="text"/> <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p style="margin-left: 40px;"><small>Separador de decimales es la coma</small></p>	<p>IMPACTO EN EL PROGRAMA: <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SÍ Cantidad de días: <input style="width: 40px;" type="text"/></p>	<p>DOCUMENTOS ADJUNTOS:</p> <p><input type="checkbox"/> Fórmula de Eventos Compensables</p> <p><input type="checkbox"/> Copia de la nota en bitácora</p> <p><input type="checkbox"/> Memoria de cálculo</p> <p><input type="checkbox"/> Informe de Evento compensable</p>	<p><input type="checkbox"/> Planos, esquemas y/o diagramas</p> <p><input type="checkbox"/> Fotografías</p> <p><input type="checkbox"/> Otros (Especifique): <input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/></p>	<p>ESTADO: <input type="checkbox"/> APROBADO</p> <p> <input type="checkbox"/> RECHAZADO</p>	<p>EJECUCIÓN: <input type="checkbox"/> SIN EJECUTAR</p> <p> <input type="checkbox"/> EN PROCESO</p> <p> <input type="checkbox"/> EJECUTADO</p>
<p>RAZÓN DE SOLICITUD: <input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/></p> <p style="margin-left: 20px;"><small>Otro (Especifique):</small> <input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/></p>	<p>SOLICITA: <input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/></p> <p style="margin-left: 20px;"><small>Otro (Especifique):</small> <input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/></p>								
<p>COSTO REVISADO: <input style="width: 30px;" type="text"/> <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p style="margin-left: 40px;"><small>Separador de decimales es la coma</small></p>	<p>IMPACTO EN EL PROGRAMA: <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SÍ Cantidad de días: <input style="width: 40px;" type="text"/></p>								
<p>DOCUMENTOS ADJUNTOS:</p> <p><input type="checkbox"/> Fórmula de Eventos Compensables</p> <p><input type="checkbox"/> Copia de la nota en bitácora</p> <p><input type="checkbox"/> Memoria de cálculo</p> <p><input type="checkbox"/> Informe de Evento compensable</p>	<p><input type="checkbox"/> Planos, esquemas y/o diagramas</p> <p><input type="checkbox"/> Fotografías</p> <p><input type="checkbox"/> Otros (Especifique): <input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/></p>								
<p>ESTADO: <input type="checkbox"/> APROBADO</p> <p> <input type="checkbox"/> RECHAZADO</p>	<p>EJECUCIÓN: <input type="checkbox"/> SIN EJECUTAR</p> <p> <input type="checkbox"/> EN PROCESO</p> <p> <input type="checkbox"/> EJECUTADO</p>								
<p>_____ Firma del Contratista</p>	<p>_____ Firma del solicitante</p>	<p>_____ Firma del Coordinador</p>							

Fuente: Activos de la Oficina de Ingeniería, 2018.

ANEXO 3: Fórmula 1 de imprevistos de diseño de la organización.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA Oficina de Ingeniería					
Licitación PROYECTO					
Fórmula de Pago N° 1 Imprevistos de Diseño					
Imprevisto de diseño N° <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>					
Descripción de los trabajos: _____ _____ _____ _____					
Cálculo del costo con base en los costos unitarios					
N°	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario (¢)	Costo Total (¢)
Total a pagar:					
Trabajo extra ordenado por: _____ Según nota de bitácora: _____					
_____	_____	_____			
Firma del Contratista	Firma del Solicitante	Firma del Coordinador de Inspectores			

Fuente: Activos de la Oficina de Ingeniería, 2018.

ANEXO 4: Fórmula 2 de imprevistos de diseño de la organización.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA						
Oficina de Ingeniería						
Licitación						
PROYECTO						
Fórmula de Pago N° 2						
Imprevistos de Diseño						
Imprevisto de diseño N° <input style="width: 50px;" type="text"/>						
Descripción de los trabajos: _____						

Cálculo de costos directos						
Materiales	N°	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario (¢)	Costo Total (¢)
Subtotal de materiales:						
Mano de obra	N°	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario (¢)	Costo Total (¢)
	1	Operarios calificados				
	2	Operarios no calificados				
	3	Ayudantes				
	4	Peones				
5	Otros					
Subtotal de mano de obra directa:						
Subcontratos	N°	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario (¢)	Costo Total (¢)
Subtotal de subcontratos:						
Cálculo de costos indirectos						
Mano de obra	N°	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario (¢)	Costo Total (¢)
Subtotal de mano de obra indirecta:						
Otros	N°	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario (¢)	Costo Total (¢)
	1	Transporte				
	2	Equipo y herramienta				
	3	Cargas sociales sobre mano de obra directa				
4	Otros					
Subtotal de otros indirectos:						
Total de costos directos						#¡VALOR!
Total de costos indirectos						#¡VALOR!
Total de costos directos + indirectos						#¡VALOR!
Utilidad						#¡VALOR!
Gran total						#¡VALOR!
Cantidad de obra (ml, m², m³)						
Costo unitario de imprevistos de diseño						#¡VALOR!
Trabajo extra ordenado por: _____						
Según nota de bitácora: _____						

Firma del Contratista		Firma del Solicitante		Firma del Coordinador de Inspectores		

Fuente: Activos de la Oficina de Ingeniería, 2018.