

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL  
(UCI)

METODOLOGÍA PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE ASESORÍA TÉCNICA PARA LA  
INSTALACIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO TIPO EMPAREDADO CON BASE EN UNA  
MALLA METÁLICA TRIDIMENSIONAL CON RELLENO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO

JOSÉ LEONARDO ROJAS MATA

PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PRESENTADO COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

San José, Costa Rica

Marzo, 2024

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL  
(UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como  
requisito parcial para optar al grado de Maestría en Administración de Proyectos

---

ÁLVARO MATA LEITÓN  
PROFESOR TUTOR

---

XAVIER SALAS CECILIANO  
LECTOR No.1

---

JAMES PÉREZ CÉSPEDES  
LECTOR No.2

---

LEONARDO ROJAS MATA  
SUSTENTANTE

**DEDICATORIA**

Este logro se lo dedico a mi esposa y a mi hija quienes con su gran apoyo y su amor incondicional me motivaron a dar ese esfuerzo adicional necesario cada día y cada noche para alcanzar esta meta.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi esposa por motivarme a buscar la excelencia y darme el amor y el apoyo que ocupé en cada momento. A mi hija porque con su sonrisa y sus abrazos me dio fuerzas para seguir adelante. A ambas, gracias por caminar a mi lado, de la mano durante estos años.

A mis papás por darme el apoyo y soporte para obtener esta maestría.

A don Álvaro por su asesoría, conocimiento, consejos y recomendaciones los cuales sirvieron para guiarme en el desarrollo de este trabajo.

A GSQ por darme la oportunidad de ser parte de esta gran compañía y permitirme desarrollar este tema y buscar la eficiencia y mejora continua de los procesos y del equipo de trabajo.

Por último, a todos los compañeros con quienes uní esfuerzos y así pudiéramos realizar cada trabajo.

## ABSTRACT

El presente documento tiene como objetivo desarrollar una metodología para la gestión de proyectos de asesoría técnica para la instalación del sistema constructivo tipo emparedado con base en una malla metálica tridimensional con relleno de poliestireno expandido. La ejecución de proyectos con este sistema carece de lineamientos estandarizados que permitan asegurar la calidad, el manejo adecuado y control de obra durante su ejecución, afectando así tanto su rentabilidad como su competitividad en el mercado de la construcción.

El producto final de este proyecto consiste en una metodología estandarizada que brinde técnicas y herramientas adecuados para el grupo de procesos de inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control y cierre y así poder asegurar que el proyecto se desarrolle correctamente, de forma eficiente y sostenible. Para ello se utiliza una metodología analítico-sintético, el análisis de casos y la revisión bibliográfica-documental.

Como resultado del proyecto se obtiene tanto una descripción del procedimiento actual para el desarrollo de proyectos, así como la propuesta metodológica que busca fortalecer la gestión de proyectos. En ella se desarrollan las técnicas, procedimientos y herramientas con que cuentan los profesionales para llevar a cabo los distintos grupos de procesos enfocados en la asesoría técnica para la instalación del sistema tipo emparedado. Además, se demuestra la aplicabilidad de la metodología al implementarla en un proyecto de asesoría técnica para la instalación de dicho sistema para la construcción de cuatro viviendas de 42 m<sup>2</sup> cada una. Por último, se desarrolla la estrategia de divulgación para la implementación de la metodología diseñada para poder lograr la estandarización en los proyectos.

Palabras claves: administración de proyectos, herramientas para la gestión de proyectos, sistemas constructivos, proyecto de construcción, mortero proyectable, ingeniería, control de calidad, inspección de obra.

## ABSTRACT

The objective of this document is to develop a project management methodology for the technical assessment in the installation of the sandwich-type construction system based on a three-dimensional metal mesh filled with expanded polystyrene. The execution of projects with this system lacks standardized guidelines that ensure quality, adequate management and control of work during its construction, thus affecting its profitability and competitiveness in the construction market.

The final product of this project consists of a standardized methodology that provides appropriate techniques and tools for the process groups of initiation, planning, execution, monitoring and control and closure and thus ensure that the project is developed correctly, efficiently and sustainably. For this, an analytical-synthetic methodology, case analysis and bibliographic-documentary review are used.

As a result of the project, both a description of the current procedure for project development is obtained, as well as the methodological proposal that seeks to strengthen project management. It develops the techniques, procedures, and tools that professionals have to carry out through the different groups of processes focused on technical advice for the installation of the sandwich-type construction system. Furthermore, the applicability of the methodology is demonstrated by implementing it in a technical advisory project for the installation of said system for the construction of four homes of 42 m<sup>2</sup> each. Finally, the dissemination strategy is developed for the implementation of the methodology designed to achieve standardization in the projects.

Keywords: project management, project management tools, construction system, construction project, shootcrete, engineering, quality control, job inspection.

## CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS .....	14
LISTA DE TABLAS .....	17
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES .....	18
RESUMEN EJECUTIVO.....	19
1 INTRODUCCIÓN.....	21
1.1 ANTECEDENTES.....	22
1.2 PROBLEMÁTICA .....	24
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	25
1.4 OBJETIVO GENERAL .....	27
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	27
2 MARCO TEÓRICO.....	29
2.1 MARCO INSTITUCIONAL .....	29
2.1.1 Antecedentes de la institución.....	29
2.1.2 Misión y visión .....	30
2.1.3 Estructura organizativa.....	32
2.1.4 Productos y servicios que ofrece .....	34

2.2	TEORÍA DE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS .....	35
2.2.1	Principios de la dirección de proyectos.....	35
2.2.2	Dominios de desempeño del proyecto.....	41
2.2.3	Proyectos predictivos, proyectos adaptativos y proyectos híbridos.....	46
2.2.4	Administración, dirección o gerencia de proyectos .....	48
2.2.5	Áreas de conocimiento y procesos de la administración de proyectos.....	49
2.2.6	Ciclos de vida de los proyectos.....	53
2.2.7	Estrategia empresarial, portafolios, programas, proyectos .....	57
2.3	OTRA TEORÍA PROPIA DEL TEMA DE INTERÉS .....	59
2.3.1	Situación actual del problema u oportunidad en estudio.....	59
2.3.2	Investigaciones que se han hecho sobre el tema en estudio.....	61
2.3.2.1	Metodologías que se han usado .....	66
2.3.2.2	Conclusiones y recomendaciones obtenidas .....	68
2.3.3	Otra teoría relacionada con el tema en estudio.....	70
2.3.3.1	Diseño simplificado.....	70
2.3.3.2	Gestión del Valor Ganado .....	73
2.3.3.3	Gestión de calidad para la fabricación de los componentes del sistema tipo emparedado.....	78
3	MARCO METODOLÓGICO .....	81
3.1	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	81
3.1.1	Fuentes primarias.....	82
3.1.2	Fuentes secundarias .....	83

3.2 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	85
3.2.1 Método analítico-sintético.....	86
3.2.2 Análisis de casos.....	87
3.2.3 Método bibliográfico-documental .....	88
3.3 HERRAMIENTAS.....	91
3.4 SUPUESTOS Y RESTRICCIONES.....	94
3.5 ENTREGABLES.....	98
4 DESARROLLO.....	100
4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO ACTUAL PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS.....	100
4.2 GRUPO DE PROCESOS DE INICIO.....	104
4.2.1 Acta de constitución del proyecto .....	104
4.2.2 Identificar a los interesados.....	107
4.3 GRUPO DE PROCESOS DE PLANIFICACIÓN.....	110
4.3.1 Procesos de planificación para la gestión del alcance .....	111
4.3.1.1 Planificar la gestión del alcance.....	111
4.3.1.2 Recopilación de requisitos .....	112
4.3.1.3 Definir el alcance .....	116
4.3.1.4 Crear la EDT.....	117
4.3.2 Procesos de planificación para la gestión del cronograma .....	120



4.3.2.1	Planificar la gestión del cronograma.....	120
4.3.2.2	Definir las actividades .....	120
4.3.2.3	Secuenciar las actividades.....	121
4.3.2.4	Estimar la duración de las actividades.....	121
4.3.2.5	Desarrollar el cronograma.....	122
4.3.3	Procesos de planificación para la gestión de los costos .....	125
4.3.3.1	Planificar la gestión de los costos .....	125
4.3.3.2	Estimar los costos .....	126
4.3.3.3	Determinar el presupuesto.....	126
4.3.4	Proceso de planificación para la gestión de la calidad.....	129
4.3.5	Procesos de planificación para la gestión de los recursos.....	134
4.3.5.1	Planificar la gestión de los recursos .....	134
4.3.5.2	Estimar los recursos de las actividades.....	135
4.3.6	Procesos de planificación para la gestión de las comunicaciones.....	137
4.3.7	Procesos de planificación para la gestión de los riesgos .....	139
4.3.7.1	Planificar la gestión de los riesgos.....	140
4.3.7.2	Identificar los riesgos.....	140
4.3.7.3	Realizar el análisis cualitativo de riesgos .....	143
4.3.7.4	Realizar el análisis cuantitativo de riesgos .....	145
4.3.7.5	Planificar la respuesta a los riesgos .....	146
4.3.8	Procesos de planificación para la gestión de las adquisiciones.....	150
4.3.9	Procesos de planificación para la gestión de los interesados .....	152
4.3.10	Procesos de planificación para la gestión de la integración.....	154
4.4	GRUPO DE PROCESOS DE EJECUCIÓN.....	154

4.4.1	Procesos de ejecución para la gestión de la integración .....	155
4.4.1.1	Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto.....	155
4.4.1.2	Gestionar el conocimiento del proyecto.....	157
4.4.2	Procesos de ejecución para la gestión de la calidad.....	160
4.4.3	Procesos de ejecución para la gestión de los recursos .....	161
4.4.3.1	Adquirir los recursos.....	161
4.4.3.2	Desarrollar el equipo .....	162
4.4.3.3	Dirigir el equipo.....	163
4.4.4	Procesos de ejecución para la gestión de la comunicación .....	164
4.4.5	Procesos de ejecución para la gestión de los riesgos.....	165
4.4.6	Procesos de ejecución para la gestión de las adquisiciones .....	166
4.4.7	Procesos de ejecución para la gestión de los interesados.....	168
4.5	GRUPO DE PROCESOS DE MONITOREO Y CONTROL Y CIERRE .....	168
4.5.1	Procesos de monitoreo y control para la gestión de la integración.....	169
4.5.1.1	Monitorear y controlar el trabajo del proyecto .....	170
4.5.1.2	Realizar el control integrado de cambios.....	171
4.5.2	Procesos de monitoreo y control para la gestión del alcance .....	174
4.5.2.1	Validar el alcance .....	174
4.5.2.2	Controlar el alcance.....	175
4.5.3	Procesos de monitoreo y control para la gestión del cronograma .....	176
4.5.4	Procesos de monitoreo y control para la gestión de los costos .....	176
4.5.5	Procesos de monitoreo y control para la gestión de la calidad .....	177
4.5.6	Procesos de monitoreo y control para la gestión de los recursos.....	178
4.5.7	Procesos de monitoreo y control para la gestión de las comunicaciones..	179

4.5.8	Procesos de monitoreo y control para la gestión de los riesgos .....	179
4.5.9	Procesos de monitoreo y control para la gestión de las adquisiciones.....	180
4.5.10	Procesos de monitoreo y control para la gestión de los interesados.....	181
4.5.11	Procesos de cierre para la gestión de la integración.....	182
4.6	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA .....	184
4.6.1	Descripción del proyecto .....	184
4.6.2	Procesos de inicio para el proyecto de asesoría técnica en MKS .....	192
4.6.3	Procesos de planificación para el proyecto de asesoría en MKS .....	197
4.6.4	Procesos de ejecución, monitoreo y control y cierre del proyecto de asesoría técnica en MKS.....	216
4.7	ESTRATEGIA DE DIVULGACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DESARROLLADA .....	223
5	CONCLUSIONES.....	225
6	RECOMENDACIONES .....	229
7	VALIDACIÓN DEL TRABAJO EN EL CAMPO DEL DESARROLLO REGENERATIVO Y/O SOSTENIBLE .....	231
7.1	RELACIÓN DEL PROYECTO CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE.....	232
7.1.1	Fin de la pobreza.....	233
7.1.2	Hambre cero .....	233
7.1.3	Salud y bienestar.....	233

7.1.4	Educación de calidad .....	234
7.1.5	Igualdad de genero.....	234
7.1.6	Agua limpia y saneamiento .....	235
7.1.7	Energía sostenible y no contaminante .....	235
7.1.8	Trabajo decente y crecimiento económico .....	235
7.1.9	Industria, innovación e infraestructura .....	236
7.1.10	Reducción de las desigualdades .....	236
7.1.11	Ciudades y comunidades sostenibles.....	237
7.1.12	Producción y consumo responsable .....	237
7.1.13	Acción por el clima .....	237
7.1.14	Vida submarina.....	238
7.1.15	Vida de ecosistemas terrestres.....	238
7.1.16	Paz, justicia e instituciones sólidas.....	238
7.1.17	Alianza para lograr los objetivos .....	238
7.2	ANÁLISIS DEL PROYECTO DE ACUERDO CON EL ESTÁNDAR P5 .....	239
7.3	RELACIÓN DEL PROYECTO CON LAS DIMENSIONES DEL DESARROLLO REGENERATIVO.....	252
7.3.1	Ambiental.....	253
7.3.2	Social .....	254
7.3.3	Económico .....	254
7.3.4	Espiritual .....	255
7.3.5	Cultural.....	256
7.3.6	Política .....	258

Lista de Referencias .....	259
Anexos.....	265
Anexo 1: ACTA (CHÁRTER) DEL PFG .....	266
Anexo 2: EDT del PFG.....	276
Anexo 3: CRONOGRAMA del PFG .....	278
Anexo 4: Investigación bibliográfica preliminar .....	281

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Estructura organizativa de Sur Química S.A. ....	33
Figura 2 Ciclo de vida predictivo.....	54
Figura 3 Ciclo de vida adaptativo .....	55
Figura 4 Ciclo de vida incremental .....	56
Figura 5 Hotel Eolo, España.....	63
Figura 6 Proyecto en proceso con sistema tipo emparedado con malla tridimensional y relleno de poliestireno.....	65
Figura 7 Prueba de resistencia al fuego al sistema MKS de Sur .....	67
Figura 8 Configuración de paredes tipo emparedado con malla tridimensional con relleno de EPS .....	72
Figura 9 Colocación de mallas de refuerzo en sistema tipo emparedado.....	73
Figura 10 Gestión de Valor Ganado.....	77
Figura 11 Procedimiento para la elaboración de proyectos con el sistema MKS .....	103
Figura 12 Acta de Constitución de Proyecto .....	106
Figura 13 Identificación y análisis de interesados.....	109
Figura 14 Plantillas para procesos de planificación de la gestión del alcance.....	113
Figura 15 Matriz de trazabilidad de requisitos para el plan de gestión del alcance .....	115
Figura 16 Plantillas para el proceso de definir el alcance.....	117
Figura 17 E Estructura desglosada de trabajo con MKS .....	119
Figura 18 Planificación de la gestión del cronograma del proyecto .....	123
Figura 19 Línea base de costo, gastos y requisitos de financiamiento .....	128
Figura 20 Planificación de la gestión de los costos del proyecto .....	129
Figura 21 Planificación de la gestión de la calidad del proyecto .....	131
Figura 22 Lista de verificación para la inspección de obras de MKS .....	132

Figura 23 Planificación de la gestión de los recursos del proyecto .....	136
Figura 24 Planificación de la gestión de las comunicaciones del proyecto.....	138
Figura 25 Estructura desglosada de riesgo.....	142
Figura 26 Matriz de probabilidad e impacto con esquema de puntuación .....	144
Figura 27 Planificación de la gestión de los riesgos del proyecto .....	145
Figura 28 Planificación de la gestión de los riesgos del proyecto .....	149
Figura 29 Planificación de la gestión de las adquisiciones del proyecto.....	151
Figura 30 Planificación de la gestión del involucramiento de los interesados .....	153
Figura 31 Registro de lecciones aprendidas .....	159
Figura 32 Propuesta para evaluación de adquisiciones para proyectos de asesoría técnica en MKS .....	167
Figura 33 Plantilla para realizar una solicitud de cambios.....	172
Figura 34 Plantilla para el control integrado de cambio en proyectos.....	173
Figura 35 Informe de cierre de proyecto .....	183
Figura 36 Lámina 1/4 CASA DE HABITACIÓN – 42 m <sup>2</sup> .....	186
Figura 37 Lámina 2/4 CASA DE HABITACIÓN – 42 m <sup>2</sup> .....	187
Figura 38 Lámina 3/4 CASA DE HABITACIÓN – 42 m <sup>2</sup> .....	188
Figura 39 Lámina 4/4 CASA DE HABITACIÓN – 42 m <sup>2</sup> .....	189
Figura 40 Oferta de materiales de MKS y análisis de proyecto - Casa 42m <sup>2</sup> . .....	190
Figura 41 Acta de Constitución de Proyecto para asesoría técnica del sistema MKS .	192
Figura 42 Identificación y análisis de interesados para el proyecto de asesoría técnica del sistema MKS .....	196
Figura 43 Requisitos para el proyecto de asesoría técnica del sistema MKS .....	198
Figura 44 Matriz de trazabilidad de requisitos para el proyecto de asesoría técnica del sistema MKS .....	199

Figura 45 Definir el alcance para el proyecto de asesoría técnica del sistema MKS ...	201
Figura 46 Estructura desglosada de trabajo para el proyecto de asesoría técnica del sistema MKS .....	204
Figura 47 Cronograma para el proyecto de asesoría en MKS .....	205
Figura 48 Presupuesto para el proyecto de asesoría en MKS .....	207
Figura 49 Métricas de calidad para el proyecto de asesoría en MKS .....	208
Figura 50 Planificación de los recursos para proyecto de asesoría en MKS .....	209
Figura 51 Planificación de la gestión de las comunicaciones del proyecto.....	210
Figura 52 Estructura desglosada de riesgo.....	212
Figura 53 Matriz de riesgos para el proyecto de asesoría técnica de MKS .....	213
Figura 54 Plan de gestión del involucramiento de los interesados para el proyecto de asesoría técnica de MKS .....	216
Figura 55 Lista de verificación para la inspección de obras de MKS .....	218
Figura 56 Métricas de calidad para el proyecto de asesoría en MKS .....	220
Figura 57 Lista de verificación de actividades para la ejecución del proyecto de asesoría técnica para la construcción de cuatro casas de 42 m <sup>2</sup> .....	222
Figura 58 Análisis de Impacto P5.....	241



**LISTA DE TABLAS**

Tabla 1 Grupo de procesos y áreas de conocimiento de la dirección de proyectos .....	52
Tabla 2 Métodos de análisis para el sistema MKS .....	79
Tabla 3 Fuentes de información utilizadas .....	84
Tabla 4 Métodos de investigación utilizados .....	89
Tabla 5 Herramientas utilizadas .....	93
Tabla 6 Supuestos y restricciones .....	96
Tabla 7 Entregables .....	98

## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES

ACI: American Concrete Institute

AP: Administración de proyectos

ASTM: American Society for Testing and Materials

CCC: Cámara Costarricense de la Construcción

CCSS: Caja Costarricense del Seguro Social

CFIA: Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica

CSCR: Código Sísmico de Costa Rica

DIE: Dirección de Infraestructura Educativa

DP: Director de proyecto

EDT: Estructura Desglosada de Trabajo

EPS: Expanded Polystyrene (Poliestireno expandido)

FAQs: Frequent Asked Questions (Preguntas frecuentes)

GPM: Green Project Managment

GSQ: Grupo Sur Química

ICE: Instituto Costarricense de Electricidad

INEC: Instituto Costarricense de Estadística y Censo

ISO: International Organization for Standardization

Lanamme: Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales

MDA: Método de análisis

MKS: Nombre comercial al sistema tipo emparedado con base en una malla metálica tridimensional con relleno de poliestireno expandido distribuido por Sur Química.

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

ONU: Organización de las Naciones Unidas

P5: Personas, Planeta, Prosperidad, Proceso y Productos

PFG: Proyecto Final de Graduación

PIB: Producto Interno Bruto

PMBOK: Project Managment Body of Knowledge

PMI: Project Managment Institute

UCI: Universidad para la Cooperación Internacional

## RESUMEN EJECUTIVO

La industria de la construcción es uno de los sectores más relevantes para la economía de un país, ya que es una fuente de inversión tanto nacional como extranjera, lo que lleva a una alta generación de empleo. El desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías que promuevan realizar proyectos más eficientes, donde se obtengan menores tiempo de ejecución, costos más competitivos, mayor calidad y un menor impacto en el ambiente debe estar como prioridad para todo director de proyectos.

El sistema constructivo tipo emparedado con malla tridimensional con relleno de poliestireno expandido es una alternativa que se puede utilizar en sustitución de los sistemas tradicionales en todo tipo de proyectos constructivos. Este sistema es de fácil instalación y no requiere mano de obra especializada para su uso. Además, el sistema es sismorresistente, funciona como una barrera cortafuego hasta por 120 minutos, brinda aislamiento térmico y acústico, es versátil, y representa una carga menor, por lo que se puede optimizar el diseño y las dimensiones de los demás elementos estructurales del proyecto. Todas estas características lo convierten en un sistema amigable para los constructores y de grandes ventajas para los propietarios. En 2015, Grupo Sur Química instaló una planta de producción de este sistema constructivo, el cual comercializa bajo el nombre MKS y lo complementa con la línea de morteros proyectables, lo que aumenta el rendimiento de mano de obra y mejora la calidad del producto final.

Al tratarse de un sistema no tradicional se encontró una serie de desafíos para el desarrollo de proyectos como fueron la falta de información y de estandarización para la gestión de proyectos y sus procesos, el desarrollo y registro de lecciones aprendidas y un fuerte arraigo del mercado a los sistemas tradicionales, lo cual dificulta la comercialización del producto.

Por lo tanto, este trabajo desarrolló una metodología que pudo abordar los desafíos de manera integral y efectiva y logró estandarizar los procesos de procesos de inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control y cierre, con el fin de poder brindar herramientas para el desarrollo de los proyectos de asesoría técnica para su instalación en las construcciones que usan el sistema.

El objetivo general de este proyecto fue establecer una metodología para la gestión de proyectos de asistencia técnica para la instalación del sistema tipo emparedado con base en una malla metálica tridimensional con relleno de poliestireno expandido que permita el planeamiento, instalación e inspección del sistema constructivo para tener un mejor control de obra y garantizar una adecuada ejecución. Los objetivos específicos fueron: describir los procedimientos técnico-comerciales utilizados para el desarrollo de proyectos con el fin de detallar el contexto actual en que se ejecutan, elaborar los procesos de inicio que incluyen el acta de constitución y el análisis de los involucrados del proyecto para hacer una descripción de alto nivel del proyecto y de sus principales interesados, desarrollar los procesos de planificación del proyecto con el fin de estructurar su ejecución y definir las líneas base para el control del proyecto, proponer procesos, procedimientos, técnicas y herramientas para la ejecución del proyecto de manera que se logre el seguimiento de los procesos de planificación y los objetivos del proyecto, diseñar los procesos, procedimientos, técnicas y herramientas de monitoreo y control, así como del cierre del proyecto, con el fin de determinar si se presentan desviaciones de las líneas base, revisar y regular el progreso y desempeño del proyecto, así como generar cambios al plan en caso de ser requerido, y se logre cerrar el proyecto de forma ordenada, implementar la metodología propuesta en un proyecto típico para demostrar su aplicabilidad y proponer la estrategia de divulgación e implementación de la metodología para lograr su estandarización.

Para lograr el desarrollo del trabajo se realizó una investigación bibliográfica sobre los grupos de procesos para la determinación de herramientas y técnicas que facilitaron el desarrollo según los lineamientos del PMI; además se analizaron diversos casos ya ejecutados de donde

se extrajeron buenas prácticas que facilitaron la gestión exitosa. Por último, se trabajó una metodología analítica-sintética, que permitió descomponer los procesos en unidades más pequeñas para ordenarlas, estandarizarlas y luego se sintetizaron todos estos procesos en una metodología base para el desarrollo de nuevos proyectos.

Como conclusiones del trabajo realizado se encontró que los procedimientos técnico-comerciales que se ejecutan actualmente sirvieron de cimiento para el desarrollo de la nueva metodología, la cual permitió fortalecer el desarrollo del proyecto al incorporar las técnicas y herramientas que brinda el PMI para la gestión de proyectos. Los procesos de inicio correspondieron al desarrollo del acta de constitución del proyecto la cual permitió realizar una descripción de alto nivel del proyecto planteado y la identificación de los involucrados donde se logró determinar las personas que participaron en el proyecto, su rol, el poder y el interés que tuvieron en el proyecto.

Con los procesos de planificación se logró desarrollar el plan de dirección del proyecto, compuesto por los distintos planes de gestión según las distintas áreas del conocimiento. Este documento permitió la planificación del proyecto, lo cual promovió la eficiencia, la proactividad, la integración y comunicación del equipo del proyecto para lograr satisfacer las necesidades y expectativas de todos los interesados. El grupo de procesos de ejecución permitieron el desarrollo efectivo de las actividades necesarias para completar el proyecto de asesoría técnica para el sistema constructivo MKS según lo planificado. En cuanto a los procedimientos, técnicas y herramientas que se diseñaron para el monitoreo y control del proyecto de asesoría técnica se encontró que estos facilitaron la recolección de datos de desempeño tanto de los productos como de la mano de obra a fin de desarrollar métricas que permitieron comparar estos parámetros con los establecidos en las líneas base y así poder identificar desviaciones, alteraciones o falencias que afecten las construcciones que utilicen este sistema. Con los procedimientos de cierre se verificó que se completaron las actividades y requisitos del proyecto por lo que se puede establecer formalmente que el proyecto ha finalizado.

Se aplicó la metodología desarrollada para la asesoría técnica para la construcción de cuatro casas de 42 m<sup>2</sup> las cuales utilizaron el sistema constructivo MKS. Aquí se logró evidenciar las ventajas que se obtuvieron al contar con un procedimiento estandarizado y ordenado que buscó alcanzar los objetivos y requisitos del proyecto. Al encontrar tales ventajas en la aplicación de la metodología se planteó una estrategia de divulgación para promover su implementación como parte de los procesos formales a ejecutar.

Las recomendaciones que se realizaron luego del desarrollo de esta metodología son: Incorporar esta guía como parte de los procesos formales que se desarrollan en la empresa, de modo que se logre la estandarización de los procedimientos, técnicas y herramientas utilizados. Además, se detectó la importancia de contar con herramientas de programación como el MS Project, además de la necesidad de invertir en capacitaciones sobre esta herramienta, además de cursos adicionales en gestión de proyectos y aplicación de valor ganado.

También se encontró la necesidad de crear un espacio de almacenamiento de la información generada en los distintos proyectos que garantice su disponibilidad para los interesados. Por otro lado, a medida que más proyectos se puedan ejecutar con esta metodología debe ser posible su refinamiento y mejora. Por último, esta metodología puede ser utilizada de base para crear otras adicionales para los distintos departamentos que brindan servicios de asistencia técnica en otros productos

## 1 Introducción

El sector de la construcción desempeña un papel fundamental en el desarrollo de toda nación y sus alcances van más allá del área constructiva, teniendo repercusiones en distintos sectores que afectan a toda una población. Costa Rica no es la excepción a esta realidad, tal como lo destaca la Cámara Costarricense de la Construcción “El sector construcción es fundamental para la recuperación de la economía del país y la generación de empleo, por su poder dinamizador en virtud de sus múltiples encadenamientos con otros sectores” (2021)

Así mismo, de acuerdo con el Instituto Costarricense de Estadística y Censo para el primer trimestre de 2022 se construyeron un total de 1.202.912 m<sup>2</sup> de construcción lo que representa más de ₡372.383 millones en la economía de nuestro país. (INEC, 2022, p.15) Por este motivo, la eficiencia, la innovación, la calidad y la sostenibilidad en la construcción se han convertido en objetivos primordiales para promover el crecimiento de este mercado e impulsar esta actividad.

Con el fin de abordar estos desafíos, este proyecto de graduación se centra en la propuesta de una metodología de aplicación innovadora para el sistema constructivo tipo emparedado con malla tridimensional con espuma de poliestireno, que busca optimizar los procesos, reducir costos y minimizar el impacto ambiental. Así mismo, el desarrollo de esta metodología permitirá brindar lineamientos estandarizados para el análisis, cuantificación e instalación del sistema constructivo, de modo que se podrán agilizar los plazos de entrega, aumentar la calidad de las edificaciones y promover la sostenibilidad medioambiental, cumpliendo a la vez con los costos y tiempos establecidos.

En un mundo en constante evolución, es esencial que la industria de la construcción incluya nuevas tecnologías y enfoques para mejorar sus prácticas, calidad y eficiencia. El sistema constructivo en cuestión, que se detallará en las secciones siguientes, ofrece un potencial significativo para revolucionar la forma en que se llevan a cabo los proyectos de

construcción. A lo largo de este documento, se presenta en detalle la metodología propuesta, sus fundamentos teóricos y su aplicación. Se discuten los beneficios esperados, los desafíos previsibles y se proporcionará una visión general de cómo esta metodología puede transformar el campo de la construcción. Además, se presenta su aplicación en un proyecto real, respaldando así su viabilidad y eficacia y se diseña la metodología necesaria para implementar en los demás proyectos que se ejecuten. El desarrollo y la implementación exitosa de esta metodología representan un avance significativo en la búsqueda de un sector de la construcción más eficiente y sostenible.

### **1.1 Antecedentes**

La industria de la construcción es un sector muy amplio y de gran variedad de necesidades, que requiere de productos de calidad que cumplan con parámetros internacionales y que promuevan el crecimiento del sector. Para poder participar en este mercado y brindar soluciones Sur Química S.A. incorpora dentro de su misión, su visión y sus valores la innovación y el desarrollo como parte esencial de sus labores y con una experiencia y respaldo de más de 50 años en el mercado nacional y presencia en la región, con sus distintas líneas que van desde la pintura, morteros, sistemas constructivos, entre otras. Este variado portafolio permite brindarles a los clientes un mundo de soluciones que se concentren un único proveedor de calidad.

En 2015, la empresa decide invertir e instalar una planta de paneles del sistema tipo emparedado con malla tridimensional con espuma de poliestireno, el cual comercializa bajo el nombre de MKS. Esta planta se tiene la capacidad de fabricar todos los componentes propios del sistema, entre ellos las láminas de poliestireno, las mallas de acero y el ensamble completo de los distintos tipos de paneles que se pueden fabricar.

El Código Sísmico de Costa Rica (CSCR) describe este sistema como un núcleo de espuma expandida de baja densidad como el poliestireno expandido (EPS) de un espesor mínimo de 5 cm, el cual queda embebido entre mallas electrosoldadas de acero galvanizado para formar paneles de diversas medidas. Estos paneles posteriormente se recubren con un mortero de resistencia mínima de 120 kg/cm<sup>2</sup> (CFIA, 2011, p.17/19).

Además de los paneles la compañía desarrolló el mortero necesario para brindar un sistema completo y cumplir con los requerimientos técnicos y estructurales necesarios para la comercialización.

De tal modo, el sistema MKS se integra a la estrategia corporativa para la comercialización de soluciones eficientes y de alta calidad que permita la optimización de los recursos durante la ejecución y la operación del inmueble. Para ello la empresa cuenta con un robusto equipo de profesionales que se encargan de la búsqueda y seguimiento de proyectos, los cuales se analizan con el fin de cumplir con los criterios técnicos necesarios para su desarrollo. Además, se han ejecutado pruebas en distintos laboratorios tanto nacionales como extranjeros para confirmar el desempeño del sistema completo, entre algunos de los ensayos realizados destacan, ensayos de carga, tanto para paredes como entrepisos realizados en el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LANAMME-UCR) y el de barrera cortafuego realizado en el QAI en Estados Unidos.

En ocho años de haber iniciado la comercialización del sistema, se han desarrollado más de 1100 proyectos de diversos tipos, entre ellos cerramientos, tapias, escaleras, entrepisos, piscinas y soluciones habitacionales, siendo este último el más popular ya que logra concentrar las ventajas de eficiencia, reducción de tiempos de ejecución y reducción de costos para brindarle una opción más rentable y con mayores beneficios para los usuarios.

Al ser cada vez más los proyectos que se desarrollan con este sistema, se vuelve fundamental el desarrollo de una metodología estandarizada y bajo proceso bien definidos que permitan asegurar la calidad del producto final.

## **1.2 Problemática**

Sur Química S.A. es una empresa que por muchos años se ha dedicado al sector de las pinturas y los químicos. Sin embargo, la experiencia que posee la empresa en la aplicación de sistemas constructivos es mucho menor. Por este motivo, actualmente la organización enfrenta una serie de desafíos cruciales en su operación del área constructiva, los cuales afectan tanto su rentabilidad como su competitividad en el mercado de la construcción.

Entre las problemáticas específicas que esta empresa enfrenta se destacan:

- Falta de procesos estandarizados para la gestión de proyectos eficientes en la empresa: la falta de lineamientos en los procesos de inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control y cierre conllevado a una gestión ineficaz de proyectos, lo que puede traer como resultado retrasos, costos adicionales y pérdida de competitividad y e incluso llegar a generar afectaciones en la rentabilidad y la competitividad de la empresa.
- Necesidad de desarrollo de lecciones aprendidas: todos los proyectos son diferentes y brindan el desarrollo de conocimiento a través de la práctica y la experiencia, lo cual es fundamental para el desarrollo de nuevos conocimientos que permitan fortalecer los procesos de gestión de proyecto y así poder brindar un servicio más robusto por parte de los técnicos encargados de dirigir las obras que utilizan el sistema. Esta información no está siendo registrada por lo no se genera la mejora continua y la realimentación de las labores realizadas.
- Falta de capacidad de adaptación: en un entorno de construcción en constante cambio, la empresa se ha enfrentado al desafío de implementar nuevas tecnologías y desarrollar



nuevos productos, sin embargo, al mercado le ha costado aceptar esta adaptación producto del fuerte arraigo que tiene para con los sistemas constructivos tradicionales, lo cual ha limitado su capacidad para competir eficazmente.

Ante estas problemáticas específicas, es esencial desarrollar y aplicar una metodología de construcción que logre abordar los desafíos particulares que enfrenta la empresa, brindando soluciones concretas para mejorar su eficiencia operativa, calidad de construcción, gestión de costos y plazos. El éxito de esta metodología no solo beneficiaría a la empresa, sino que también la posicionaría de manera más sólida en el mercado de la construcción y le permitiría competir de manera más efectiva en un entorno en constante cambio.

### **1.3 Justificación del proyecto**

El sector de la construcción es una parte esencial de la economía nacional y global y desempeña un papel fundamental en el desarrollo de las sociedades. Tal como lo menciona en la Cámara de la Costarricense de la Construcción, “La industria constructiva constituye una parte importante en el desarrollo de un país, y por tanto es conocida como uno de los principales motores de las otras actividades productivas y económicas, al ser pieza fundamental de la inversión productiva de una nación” (2007, p.3).

De esta misma manera, dentro de nuestro país, el sector construcción tiene un papel fundamental en el desarrollo y crecimiento económico de la Nación. De acuerdo con el Informe Económico del sector Construcción “El sector construcción es estratégico para el crecimiento de la economía costarricense, a partir de este, se genera la base para el desarrollo de diversos sectores económicos (manufactura, comercio, actividades inmobiliarias, entre otros)”. Además, se indica que “la construcción representa el 8,6% de las importaciones totales del país y el 9,9% del Valor Bruto de Producción a nivel nacional” (CCC, 2023, p.2).

Al ser un sector estrechamente vinculado con el contexto económico, las principales variables tienen una incidencia directa sobre los resultados y el comportamiento de las actividades de construcción, por lo que este sector se enfrenta a una serie de desafíos críticos que requieren soluciones innovadoras.

La empresa SUR Química es una empresa de gran renombre y prestigio en Costa Rica y no ha sido ajena a las problemáticas presentes en el sector constructivo. Por este motivo, se reconoce la necesidad de una metodología innovadora y aplicable que pueda abordar estos desafíos de manera integral y efectiva. Este proyecto de graduación se centra en la formulación y propuesta de una metodología para el sistema tipo emparedado con malla tridimensional con espumado de poliestireno que comercializa bajo el nombre MKS, la cual busca no solo optimizar los procesos constructivos, sino también promover la sostenibilidad, mejorar la calidad y reducir los costos, contribuyendo así a la resolución de las problemáticas críticas del sector constructivo de la empresa e incluso del país en general. Se considera así que la estandarización de procesos y procedimientos dentro de la empresa permitirá una mayor eficiencia en la ejecución de proyectos de construcción. Esto conducirá a una reducción de los tiempos de ejecución, minimización de retrasos y una mayor productividad en general. Así mismo, la implementación de una metodología estandarizada contribuirá a un mejor control de costos en cada proyecto, con el fin de que la empresa pueda mejorar su rentabilidad y competitividad.

Por otro lado, al normalizar los estándares de calidad y los procedimientos de control de calidad, la empresa garantizará una mayor consistencia en la entrega de proyectos. Esto se traducirá en una mejora de la satisfacción del cliente y en la capacidad de competir en el mercado basada en la calidad de los trabajos realizados. Esto le permitirá a la empresa tener cada vez mayor presencia en los proyectos de obra pública y estará mejor posicionada para competir en el mercado de la construcción, tanto a nivel regional como nacional.

En general, la implementación de una metodología estandarizada tiene el potencial de mejorar significativamente la eficiencia, calidad, seguridad y rentabilidad de los proyectos que al utilicen.

#### **1.4 Objetivo general**

Establecer una metodología para la gestión de proyectos de asistencia técnica para la instalación del sistema tipo emparedado con base en una malla metálica tridimensional con relleno de poliestireno expandido que permita el planeamiento, instalación e inspección del sistema constructivo para tener un mejor control de obra y garantizar una adecuada ejecución.

#### **1.5 Objetivos específicos**

1. Describir los procedimientos técnico-comerciales utilizados para el desarrollo de proyectos con el fin de detallar el contexto actual en que se ejecutan.
2. Elaborar los procesos de inicio que incluyen el acta de constitución y el análisis de los involucrados del proyecto para hacer una descripción de alto nivel del proyecto y sus principales interesados.
3. Desarrollar los procesos de planificación del proyecto con el fin de estructurar su ejecución y definir las líneas base para el control del proyecto.
4. Proponer procesos, procedimientos, técnicas y herramientas para la ejecución del Proyecto de manera que se logre el seguimiento de los procesos de planificación y los objetivos del proyecto.
5. Diseñar los procesos, procedimientos, técnicas y herramientas de monitoreo y control, así como del cierre del proyecto, con el fin de determinar si se presentan desviaciones de las líneas base, revisar y regular el progreso y desempeño del proyecto, así como generar cambios al plan en caso de ser requerido, y se logre cerrar el proyecto de forma ordenada.

6. Implementar la metodología propuesta en un proyecto típico para demostrar su aplicabilidad.

7. Proponer la estrategia de divulgación e implementación de la metodología para lograr su estandarización.

## **2 Marco teórico**

### **2.1 Marco institucional**

#### **2.1.1 Antecedentes de la institución**

La empresa Sur Química S.A fue fundada por el Ingeniero Lorenzo Giordano Beccaria en 1967 en Arequipa Perú, como una planta de pinturas la cual, a raíz de la calidad de los productos que fabricaba se fue estableciendo en esta industria, sin embargo, a raíz del entorno político que se vivió en esa época la empresa migra en 1971 a Nicaragua y crea Nicar Química S.A., donde nuevamente gracias a la tecnología utilizada, al servicio y calidad de sus pinturas logra posicionarse como empresa líder en el mercado de este país.

Debido al éxito de la gestión y producción que se tuvo en Nicaragua, la empresa inicia un proceso de expansión internacional e inicia su posicionamiento en Costa Rica bajo el nombre Sur Química de Costa Rica S.A. y para 1977 traslada completamente sus operaciones y donde fue consolidando la producción y distribución de los productos fabricados. y a lo largo de 20 años siguió el proceso de crecimiento internacional y llevó los productos a los mercados de Honduras, Panamá, Guatemala, Nicaragua, Puerto Rico, México, El Salvador, Jamaica y Chile. Además de mantener exportaciones de resinas a Norte y Sur América.

Nuevamente a raíz de la calidad y servicio de los productos ofrecidos, la empresa logra posicionarse como líder en el mercado de pinturas nacional, lo que motivó a instalar una nueva planta con procesos de última tecnología que permitió duplicar la capacidad instalada de fabricación.

Adicionalmente la compañía realizó el esfuerzo para obtener certificaciones internacionales entre las que destacan la ISO 9001 Sistemas de Gestión de Calidad, para la estandarización de los procesos, la ISO 14001 Sistemas de Gestión Ambiental, que certifica los

tratamientos de residuos que se generan durante la fabricación de productos y su consumo y la ISO 45001 Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo.

Además, como parte del crecimiento de la compañía se exploraron nuevos mercados, entre ellos el de la fabricación de morteros y productos para la construcción para lo cual luego de su salida al mercado se instalaron y consolidaron dos plantas de fabricación de morteros en la zona de Guanacaste.

En el año 2015 con el fin de brindar una solución integral al mercado de la construcción se adquirió e instaló la planta de producción del sistema tipo emparedado con base en malla tridimensional con relleno de poliestireno expandido. Este nuevo crecimiento de la compañía llevó a la contratación de arquitectos, ingenieros y demás profesionales del ámbito de la construcción para así poder atender las necesidades del mercado tanto nacional como regional.

De este modo los clientes pudieron realizar sus proyectos completos haciendo uso de la amplia gama de productos ofrecidos por la compañía, desde el sistema constructivo, los morteros y toda la línea de acabados que se han desarrollado en un trayecto de más de 50 años y recibiendo así el respaldo y garantía de una empresa de renombre como el que logró Sur Química.

### **2.1.2 Misión y visión**

La visión de la empresa Sur Química se describe en su sitio web (<https://www.gruposur.com/web/sobre-sur/codigo-de-etica/>) como: “Ser un grupo de empresas que trascienda fronteras con excelencia, en todo lo que hagamos y de manera sostenible” (Sur, 2016). Con el objetivo de relacionar esta visión con la metodología para la construcción que se desarrollará durante este Proyecto Final de Graduación es de suma importancia destacar los valores clave que se reflejan en dicha visión y los cuáles son los pilares fundamentales de la

empresa y de todo proceso que se lleve a cabo en esta. Así mismo, los objetivos que se propongan en este PFG deben estar relacionados con la excelencia en la ejecución de proyectos de construcción y la sostenibilidad a largo plazo que caracteriza a la institución.

Grupo Sur Química tiene como objetivo una ampliación continua, tanto a nivel nacional como internacional. Por este motivo, la metodología del sistema constructivo MKS será desarrollada con el objetivo de convertirse en una puerta para el establecimiento de alianzas estratégicas con otras empresas constructoras que comparten los mismos objetivos de excelencia y sostenibilidad en sus procesos. La metodología que se propone para la aplicación de dicho sistema constructivo debe ser desarrollada mediante objetivos claros, que estén siempre alineados con la visión de la empresa, con el fin de que este sistema pueda ampliar las oportunidades y fortalecer el impacto de la empresa en la trascendencia de fronteras.

En la visión de la empresa también se destaca el valor de la calidad, lo cual conlleva que la metodología para la aplicación del sistema constructivo MKS debe realizarse de forma precisa y detallada y debe incluir procesos, estándares de calidad y prácticas que guíen a los equipos de construcción en cada fase de un proyecto. Así mismo, esta metodología debe incluir procesos de formación y capacitación, los cuales son esenciales para garantizar que el personal esté completamente preparado para implementar la metodología de manera efectiva y en línea con los valores y objetivos de la empresa. Además, la medición y la mejora continua son pasos críticos en este proceso, por lo que establecer indicadores clave de rendimiento permitirá evaluar la efectividad de la metodología y realizar ajustes según sea necesario para velar por la excelencia que respalda a la compañía en todos sus procesos.

Otro de los valores que representa un fundamento para la empresa Sur Química es el de la sostenibilidad, por lo que la responsabilidad ambiental debe ser un elemento central en la metodología propuesta. Esto podría implicar la elección de materiales sostenibles, la

optimización de la eficiencia energética y la implementación de prácticas de construcción que reduzcan el impacto ambiental.

Los fundamentos empresariales destacados anteriormente se perciben dentro de la Misión de la compañía, la cual indica: “Hacer realidad la visión a través de la diversificación y expansión de productos y servicios, con nuestros valores corporativos en armonía con los grupos que interactuamos y con pasión por lo que hacemos” (Sur, 2016) donde a través de la innovación y la excelencia que ha caracterizado a la empresa se desarrollan soluciones para distintos mercados, entre ellos el de construcción que con el MKS busca alternativas a los sistemas convencionales con un gran número de ventajas tanto para los usuarios como para quien lo construya. Por lo tanto, es a través de este compromiso y dedicación que la empresa ha logrado el crecimiento y expansión en los distintos mercados que ha incursionado.

### **2.1.3 Estructura organizativa**

La estructura organizacional de la compañía es una estructura jerárquica, donde hay diferentes gerencias encargadas cada una de las funciones que le atañen y reportando a la vicepresidencia correspondiente o bien directamente a la presidencia ejecutiva de la compañía,

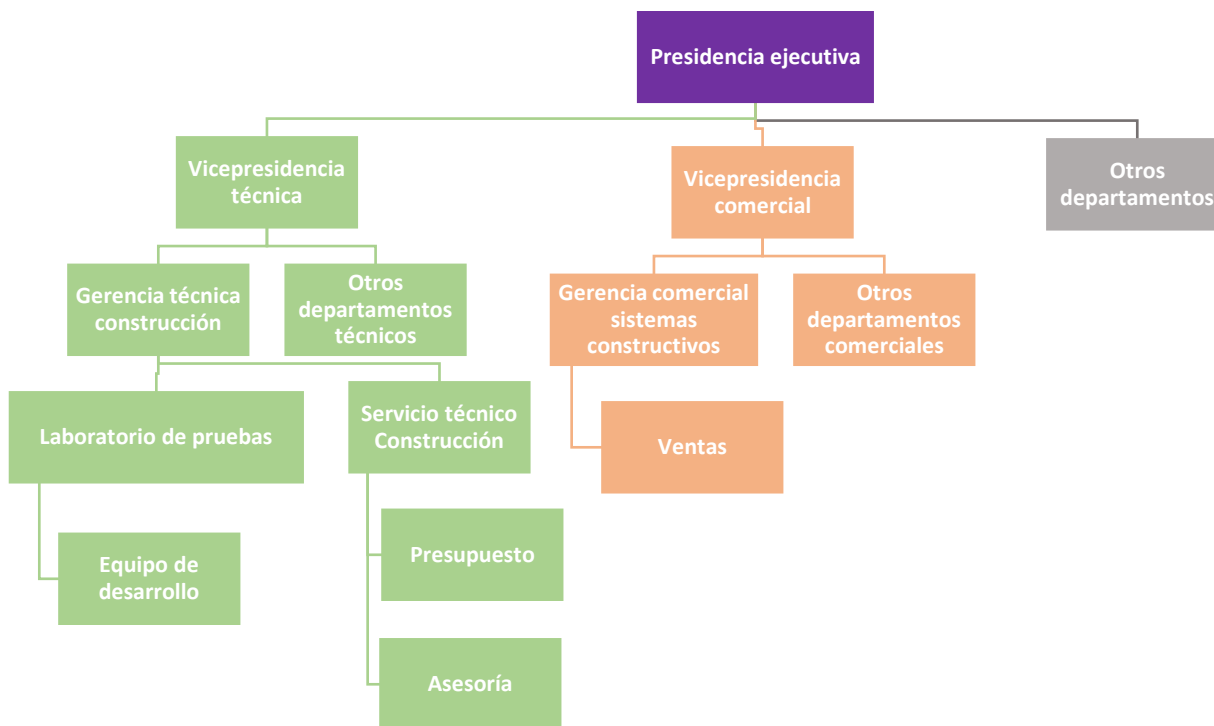
Para la comercialización del sistema constructivo tipo emparedado con base en malla tridimensional con relleno de poliestireno expandido la empresa utilizó la estructura organizacional con que contaba anteriormente tanto a nivel comercial como técnico y la reforzó con ingenieros y arquitectos enfocados en la adecuada implementación del sistema constructivo.

La estructura mencionada anteriormente se detalla a continuación en la siguiente figura.



Figura 1

*Estructura organizativa de Sur Química S.A.*



*Nota:* la figura representa la estructura organizacional de los departamentos comercial y técnico, encargados de la venta y asesoría respectivamente de proyectos con el sistema constructivo tipo emparedado con base en malla tridimensional con relleno de espuma de poliestireno.

El departamento comercial enfocado en sistemas constructivos, apoyada en el cuerpo de ventas se encarga de la captación de nuevos proyectos a los que se les puede ofrecer el sistema constructivo, así como el seguimiento correspondiente para poder concretar las ventas.

Por otro lado, la gerencia técnica construcción se encarga del análisis de los proyectos,

la elaboración del presupuesto, así como la asesoría, capacitación e inspección de los proyectos que fueron vendidos.

Para el resto de las operaciones se cuentan con los departamentos necesarios como Producción, Control de Calidad, Proveeduría, Recursos Humanos, Finanzas, entre otros que sirven de soporte para las labores de la empresa, pero no resultan relevantes para el desarrollo del PFG.

#### **2.1.4 Productos y servicios que ofrece**

La empresa se ha caracterizado por la comercialización de pinturas, morteros, revestimientos y demás productos para la construcción, además de estas líneas también ha comercializado el sistema constructivo tipo emparedado con malla tridimensional con espuma de poliestireno que nombró MKS.

Este sistema está compuesto por paneles con un relleno de espuma de poliestireno de distintos espesores y altura, que cuentan con una malla de acero galvanizado de 2.4mm de alta resistencia en cada una de sus caras y unidas entre sí mediante conectores de acero galvanizado de 3mm. Adicionalmente el sistema tiene una serie de mallas de refuerzo, entre ellas la malla plana para refuerzos y unión de paneles, la malla esquinera en forma de L para el refuerzo y unión de paneles ortogonales y la malla tipo U, para el refuerzo de buques de puertas y ventanas.

Por último, la empresa ofrece una serie de morteros cementicios proyectables con distintas características como densidad y resistencia a la compresión, según las necesidades específicas de cada proyecto.

Adicionalmente, la empresa ha ofrecido el servicio de asesoría, el cual está a cargo de ingenieros y arquitectos que capacitan al personal de campo e inspeccionan periódicamente las obras, construidas por un tercero, ajeno a la empresa, con el fin de asegurar que los proyectos

ejecutados con el sistema constructivo se construyan siguiendo las mejores prácticas constructivas.

## **2.2 Teoría de Administración de Proyectos**

### **2.2.1 Principios de la dirección de proyectos**

El Estándar para la Dirección de Proyectos detalla 12 principios los cuales tal como indica el documento, “Están concebidos para guiar el comportamiento de las personas involucradas en los proyectos.” (PMI, 2021, p 21). Estos principios se aplican a los proyectos y sirven de orientación para los directores de proyectos que los ejecutan.

La aplicación de los principios a los proyectos depende del contexto de la organización, tipo y enfoque del proyecto, los entregables, el equipo del proyecto, los interesados y entre otros factores. A continuación, se explica cada uno de los principios y se describe como se aplican en el desarrollo de un proyecto constructivo que utiliza el sistema tipo emparedado con malla tridimensional con espuma de poliestireno.

- **Administración:** esta busca que se tenga un manejo adecuado del proyecto, con una visión holística que contemple los recursos financieros, el impacto social y económico y ambiental que pueda tener su desarrollo, tanto a lo interno de la organización como en el entorno externo de esta.

En el desarrollo de un proyecto de construcción, se deben implementar técnicas y herramientas que busquen una gestión efectiva que permita planificar, ejecutar y controlar de forma eficiente los aspectos relacionados con la construcción, incluidos el presupuesto, el cronograma, el alcance y la calidad. Además, no se debe dejar por fuera el respeto a los recursos naturales y buscar alternativas que permitan mitigar el impacto

en la sociedad y el medio ambiente siguiendo siempre los deberes de integridad, cuidado, confiabilidad y cumplimiento.

- Equipo: este principio se refiere a la creación de un entorno colaborativo donde se incluyan factores como acuerdos, estructuras organizacionales y procesos de equipos de modo que se promuevan entornos inclusivos y colaborativos, para que así exista una mejor sinergia de grupo, lo que facilita la transferencia e intercambio de conocimiento entre las partes lo cual permite lograr mejores resultados en el proyecto.

Tal como lo indica el PMI “Los equipos de un proyecto que trabajan en colaboración pueden lograr un objetivo compartido de manera más efectiva y eficiente que las personas que trabajan por su cuenta” (2021, p.28). Esto enfocado en un proyecto de construcción se muestra en como el director del proyecto debe formar y liderar un equipo diverso, entre profesionales y obreros con el fin de que el equipo se mueva hacia un objetivo común y se logre la realización del proyecto.

- Interesados: estos pueden ser personas, grupos u organizaciones que se verán afectadas por un proyecto, sea de forma positiva o negativa. Su participación e involucramiento en este, puede tener una influencia directa sea en el desempeño del proyecto, el alcance, el cronograma y el costo, entre otra serie de factores que también pueden verse alterados. El involucramiento del interesado ayuda al equipo de trabajo a detectar, recopilar y evaluar la información con el fin de que sea comprendida y facilite las actividades y los resultados del proyecto.

Enfocado propiamente en un proyecto de construcción, es importante detectar y lograr el involucramiento de los interesados, tomando en consideración el poder y el interés que tienen sobre el proyecto, con el fin de poder satisfacer sus expectativas y los requisitos que tienen. Según la magnitud del proyecto, los involucrados pueden ir desde

el propietario, la comunidad y el equipo de trabajo, hasta inversionistas, municipalidades o demás personas o grupos de interés que se vean afectados por la construcción.

- Valor: este representa la medición cualitativa o cuantitativa del resultado del entregable del proyecto. Es el indicador de éxito y la fuerza que impulsa el proyecto. El valor debe estimarse de previo para así poder irlo evaluando a medida que el proyecto avanza. La generación de valor durante las distintas etapas que atraviese el proyecto debe ser labor fundamental del equipo de trabajo, para ello el uso del sistema constructivo tipo emparedado con malla tridimensional con relleno de poliestireno en proyectos constructivos es característico por generar valor a la obra no solo debido al impacto económico debido a la reducción de costos y tiempos de ejecución si no también le dará un mayor confort al usuario al brindar un aislamiento térmico y acústico mejor que otros sistemas.

- Pensamiento sistémico: los proyectos deben tener una visión holística con el fin de obtener el máximo beneficio en todos sus rangos de influencia. Deben operar con conciencia sobre el entorno volátil sobre el que opera, además debe generar empatía y pensamiento crítico, asesoría, así como promover la integración.

El pensamiento sistémico considera el uso e instalación del sistema tipo emparedado con malla tridimensional con espuma de poliestireno como parte de un sistema interconectado con otros equipos de trabajo como pueden ser electromecánicos, equipos de diseño estructural o arquitectónico, entre otros, y que comprende como las acciones de cada una de estas áreas afecta a las otras y a su vez el desarrollo general del proyecto. Gracias a estas interacciones, gestionadas por el DP, se fomenta una mejor planificación y comunicación entre equipos de trabajo, mejor identificación de riesgos, identificación y entendimiento de métricas o indicadores útiles para el proyecto de construcción.

- Liderazgo: este principio busca como impulsar el éxito del proyecto, busca como orientar y motivar a los miembros del equipo de trabajo y como impulsar su creatividad con el fin de poder alcanzar los resultados esperados de forma rápida y eficiente y así asegurar el éxito de este. Un líder puede ser cualquier miembro del equipo, pero este siempre debe demostrar valores como la integridad, la honestidad y la conducta ética. Adicionalmente no se debe confundir liderazgo con autoridad.

En una construcción se busca un liderazgo efectivo por parte del director del proyecto durante todas las etapas de este para que motive e inspire al equipo de trabajo. Esto lo puede lograr mediante el establecimiento claro de la visión y los objetivos a alcanzar, para ello debe comprender y empatizar con el equipo de trabajo y actuar según las necesidades del resto del equipo.

- Adaptación: si bien los proyectos pueden parecerse unos con otros, la realidad muestra que todos los proyectos son únicos, por lo que se debe adaptar el contexto a la realidad que lo rodea, sea modificando o alterándolos poco o bien cambiando el tipo y enfoque necesario para así poder lograr los resultados esperados. La adaptación es un proceso iterativo por lo que es un proceso constante durante el ciclo de vida del proyecto, y mediante la retroalimentación y el análisis de indicadores se van ajustando los procesos a las características propias del proyecto.

Si bien, un proyecto de construcción típicamente tiene un enfoque predictivo, es posible que en determinado momento y por una condición particular de la obra se necesario variar este enfoque, esto basado en el tipo de entregable necesario, su naturaleza, conocimiento y capacidad. Por tal motivo, tanto el DP como su equipo deben estar en la capacidad de adaptarlo y realizar la gestión correspondiente con éxito.

- Calidad: en un proyecto se deben definir los requisitos, las expectativas y los criterios de aceptación base con que se evalúa su desempeño. La calidad representa el grado de

satisfacción que se logra de cada uno de estos parámetros y del cumplimiento de los objetivos del proyecto y de los interesados.

Propiamente en un proyecto de construcción se definen requisitos de calidad como puede ser, entre otros, el DP y su equipo debe estar pendiente de la resistencia a fluencia del acero o la resistencia a la compresión del concreto, dichos parámetros deben ser garantizados por los proveedores para poder así asegurar la calidad completa de la obra construida.

- Complejidad: se debe estar evaluando constantemente la complejidad del proyecto para poder utilizar los enfoques, planes y herramientas necesarias y así poder pasar con éxito las distintas fases del ciclo de vida del proyecto. Esta complejidad surge de los elementos del proyecto como de las distintas interacciones entre sí o bien con los demás sistemas y el entorno global del proyecto. Esta complejidad a menudo no se puede prever, pero recae en la capacidad del director de proyecto y del equipo de trabajo tomar las medidas necesarias para estar preparado y así poder superar dicha complicación.

Un proyecto constructivo que utilice el sistema emparedado puede representar un alto grado de complejidad, por ejemplo: si la mano de obra no cuenta con la experiencia necesaria, por lo que el director del proyecto deberá gestionar la capacitación correspondiente para sobrellevar el entorno complejo y lograr entregar el proyecto satisfactoriamente.

- Riesgo: estos representan eventos o condiciones que pueden tener un impacto positivo (oportunidades) o uno negativo (amenazas) sobre el proyecto. Estos se evalúan a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto para así poder maximizar su impacto en caso de que el riesgo sea positivo, o mitigar o prevenir su efecto sobre los objetivos del proyecto en caso de que sea negativo. Estas respuestas se planifican y deben ser

apropiadas para el nivel de cada riesgo, además deben ser eficientes en costo, realistas y acordadas por los interesados pertinentes.

En un proyecto de construcción el Director de Proyectos es quien se encarga de gestionar a los encargados de cada riesgo y buscar la forma de maximizar las oportunidades y reducir los riesgos, así esto implique modificar el orden de las actividades para evitar atrasos por lluvia o bien aprovechar una oportunidad para aplicar la ingeniería de valor y obtener un producto de mayor calidad o un menor costo de la obra

- **Adaptabilidad y Resiliencia:** en un proyecto se puede tener un entorno cambiante, la capacidad de responder a dicho cambio se refiere a la adaptabilidad. Por otro lado, se tiene también la resiliencia, que se refiere a la capacidad de absorber el impacto o bien la capacidad de recuperarse de un fracaso. Rara vez un proyecto sale tal como se tenía planificado, ya que siempre existen variaciones en algún ámbito, requisito o expectativa de algún interesado en el proyecto, por lo que estos principios son fundamentales incorpóralos en el desarrollo de proyectos para así poder dar una respuesta eficiente y oportuna.

En construcción es usual que se tengan que ir haciendo modificaciones durante la ejecución del proyecto y el Director del proyecto y su equipo deben tener la capacidad de adaptación para hacerles frente, y salir adelante con el proyecto. Además, no siempre los resultados son los esperados, por lo que el DP debe tener capacidad y visión analítica que le permita reponer al proyecto de un resultado negativo y que no se tenga una repercusión mayor en la entrega general del proyecto.

- **Cambio:** el desarrollo de proyectos genera experiencia la cual puede ser buena o mala y que en dado caso promueva un ambiente disruptivo que impulse pasar de un estado actual a estado futuro deseado. Este cambio no siempre es sencillo, especialmente si se



involucran varios interesados, por lo que es útil irlos realizando poco a poco y siempre previendo a estos interesados del proceso y de los beneficios que se esperan obtener. A medida que el DP desarrolle los proyectos constructivos irá ganando experiencia que le permitirá impulsar nuevas ideas, herramientas y procesos que le ayuden con la ejecución de proyectos. Este cambio puede que no llegue a ser sencillo para el resto del equipo, pero el director debe buscar la forma de mostrar las ventajas que se desean alcanzar con dicha gestión.

### **2.2.2 Dominios de desempeño del proyecto**

Los dominios de desempeño del proyecto son actividades relacionadas e interconectados entre sí que resultan fundamentales para la entrega efectiva de los resultados que se esperan obtener del proyecto y se ejecutan a lo largo de todo el proyecto (PMI, 2021) Adicionalmente, la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos el PMI define “los dominios de desempeño del proyecto son áreas de énfasis interactivas, interrelacionadas e interdependientes que funcionan al unísono para conseguir los resultados deseados del proyecto.” (2021, p.7).

Se conocen ocho dominios de desempeño del proyecto y las actividades que se llevan a cabo en cada uno de ellos depende del contexto de la organización, el proyecto en sí, la organización, los entregables, el equipo, los interesados, entre otros. A continuación, se describe cada uno de los dominios y su implementación en un proyecto constructivo que utilice el sistema constructivo tipo emparedado con malla tridimensional con espuma de poliestireno expandido.

- Dominio de desempeño de los interesados: este define las actividades necesarias asociadas al involucramiento de los distintos interesados. Para ello se debe tomar en consideración identificar, comprender y analizar, priorizar, involucrar y monitorear a los

interesados. El desarrollo efectivo de estas actividades permite tener una mejor relación y comunicación con los interesados que pueden facilitar la ejecución del proyecto.

En una construcción se identifican los distintos interesados y comprende la posición de estos respecto a la ejecución de este, de modo que se puede monitorear si están a favor o en contra y así poder tomar las medidas pertinentes. Otro ejemplo podría encontrarse con el involucramiento de los proveedores para la ejecución y conclusión de los objetivos del proyecto.

- **Dominio de desempeño del equipo:** este dominio trata de las actividades necesarias para establecer la cultura y el entorno necesario para que un conjunto de personas trabaje en equipo y formen un equipo de alto rendimiento. Entre las actividades destacan fomentar el desarrollo y alentar el liderazgo de todos los miembros del equipo, promover espacios de comunicación abierta y segura, de confianza y de transparencia, además con la colaboración de un líder servicial se pueden eliminar los obstáculos, proteger al equipo de distracciones y promover las oportunidades de estímulo, empoderamiento y desarrollo para el resto del equipo. En una construcción, se requiere la distribución de responsabilidades de los distintos entregables, para ello se debe contar con el equipo de trabajo que cuente con la capacidad de realizar las tareas según los tiempos de ejecución establecidos. Además, el director del proyecto fungirá como el líder servicial que dirigirá al resto del equipo y promoverá un ambiente seguro y de confianza, buscará las oportunidades de mejora y dará el reconocimiento a su equipo con el fin de mantenerlo con la motivación al tope.
- **Dominio del enfoque de desarrollo y del desempeño del ciclo de vida:** este dominio trata de las actividades necesarias para establecer el enfoque de desarrollo, la cadencia de entrega y el ciclo de vida necesario para lograr resultados eficientes en el proyecto.

Los proyectos constructivos como los que se pretenden completar con el uso de la metodología que desarrolla este PFG, típicamente tienen un enfoque y un ciclo de vida predictivo, por ejemplo: con etapas de inicio, planificación, diseño, construcción y cierre, y una cadencia de entrega única que será la entrega del producto del proyecto, materializado en la construcción de la edificación.

- Dominio de desempeño de la planificación: acá se trata sobre las actividades asociadas con la organización, coordinación inicial, continua y en evolución para la entrega del producto del proyecto. Esto permite que el proyecto avance de manera organizada, con parámetros y expectativas de cumplimiento y líneas base que permitan la evaluación del proyecto mientras este se desarrolla. Además, permite establecer una visión y un acta de constitución que resumen la información relevante asociada al proyecto.

Los clientes buscan materializar sus ideas o necesidades a través de la construcción de los proyectos, para ello es necesario que este pase por un proceso de planificación, donde define el alcance del proyecto, se estiman un presupuesto y un cronograma con el fin de que estos puedan ser evaluados y aprobados para su ejecución. Además, estas estimaciones son la línea base para medir el desarrollo del proyecto y permitirá al profesional responsable tomar las medidas necesarias, de modo que esas estimaciones puedan ser lo más precisas posible, aunque siempre abiertas a adoptar nuevos resultados de acuerdo con el control integrado de cambios.

- Dominio de desempeño del trabajo del proyecto: “El trabajo de proyecto está asociado con el establecimiento de los procesos y la realización del trabajo para permitir que el equipo de proyecto cumpla con los entregables y resultados esperados” (PMI, 2021, p 69) esto implica que el equipo de trabajo que desarrolla el proyecto tiene claridad en sus quehaceres y las necesidades de recursos que se requieren en determinado momento.

El director de un proyecto constructivo gestiona la ejecución de los procesos necesarios para lograr cada uno de los entregables necesarios para terminar el proyecto, por ejemplo, la instalación de paneles y mallas de refuerzo, la colocación de instalaciones electromecánicas y el repello de paredes para poder concluir el entregable. Al realizar el trabajo del proyecto de forma consecuente con el plan, se logra mantener enfocado al equipo, se puede gestionar de manera más eficiente los recursos y se pueden monitorear los cambios que puedan afectar el proyecto.

- Dominio de desempeño de la entrega: este dominio trata sobre las actividades necesarias para cumplir con el alcance, los requisitos y la calidad esperada de los entregables del proyecto. El alcance se refiere al total de productos y servicios necesarios como parte del proyecto. Los requisitos son capacidades que debe estar presentes en el producto, servicio o resultado del proyecto. La calidad se centra en el desempeño que deben cumplirse. La identificación y definición oportuna de estos parámetros es fundamental para el desarrollo del proceso y así evitar retrabajos o sobrecostos, por lo que la comunicación entre las partes toma mayor relevancia en estas actividades.

En un proyecto de construcción la definición del alcance se muestra claramente en la estructura desglosada de trabajo (EDT), donde se detallan los entregables necesarios para concluir el proyecto. Los requisitos de la construcción pueden estar asociados a la cantidad o necesidad del proyecto, mientras que la calidad se representa claramente en alguno de los parámetros que deba cumplir algún material, por ejemplo: la resistencia a la compresión de los morteros.

- Dominio de desempeño de la medición: este dominio trata sobre las mediciones necesarias de las actividades para evaluar el desempeño del proyecto e implementar las medidas necesarias para llevarlo a buen término. Estas mediciones permiten evaluar

el trabajo realizado en el Dominio de Desempeño de la Entrega y compararlo contra lo planificado en el Dominio de Desempeño de la Planificación, para así tener información precisa que permita al director del proyecto calcular indicadores necesarios y así tomar las decisiones oportunas para gestionar el cumplimiento de los objetivos.

Este dominio se puede relacionar con los proyectos de construcción de fondo de este PFG, por ejemplo: en el cálculo de rendimientos de mortero en función de los metros cuadrados de panel, de modo que el profesional responsable, con esta información, puede saber que tan eficiente se está utilizando este recurso y si es necesario tomar alguna medida correctiva en caso de que se estén dando sobre espesores producto de un mal apuntalamiento del panel.

- Dominio de Desempeño de la Incertidumbre: este dominio trata sobre las actividades necesarias para gestionar la incertidumbre de los proyectos. Estos presentan amenazas y oportunidades, producto de los riesgos, la ambigüedad y la complejidad, que los equipos de evalúan y deciden como manejarse. La incertidumbre se refiere al desconocimiento o imprevisibilidad, bajo este contexto, entonces los riesgos se asocian a no conocer el futuro, la ambigüedad a no ser consciente de las condiciones actuales o futuras y la complejidad se asocia los resultados impredecibles. Cuando el equipo de proyecto identifica amenazas que puedan afectar el proyecto, tiene que considerar cual estrategia tomar según el impacto que se tendría si esta ocurre, dichas estrategias son evitar, escalar, transferir, mitigar o aceptar. Ahora, si lo que se detectó es una oportunidad, entonces las estrategias a tomar son explorar, escalar, compartir, mejorar y aceptar.

En un proyecto que utilice el sistema tipo emparedado con malla tridimensional y relleno de poliestireno, por ejemplo: es posible que la constructora decida subcontratar la instalación de este sistema constructivo a un tercero con más experiencia con el fin de

transferir el riesgo de una mala ejecución a causa de la inexperiencia. La identificación de riesgos en un proyecto es una labor constante para evitar que estos influyen en el proyecto.

### **2.2.3 Proyectos predictivos, proyectos adaptativos y proyectos híbridos**

En el desarrollo de proyectos es muy importante analizar desde el inicio que tipo de enfoque se debe utilizar para el análisis y esta selección dependerá de ciertas características y requisitos intrínsecas de dicho proyecto. La adecuada selección del enfoque puede llevar al equipo de trabajo a obtener resultados satisfactorios de forma más efectiva que si el proyecto toma una ruta que no es conveniente. Por lo tanto, los proyectos se pueden catalogar como predictivos, adaptativos o bien híbridos.

Según la Guía del PMBOK se tiene un proyecto predictivo cuando “los requisitos del proyecto y del producto pueden definirse, recopilarse y analizarse al comienzo del proyecto.” Además, menciona que “el alcance, cronograma, costo, necesidades de recursos y riesgos pueden quedar bien definidos en las fases tempranas.” (PMI, 2021, p35). Esto quiere decir que al conocer los requisitos de entrada para el proyecto y se tiene muy bien definido cual es el producto del proyecto, es posible realizar una planificación desde el comienzo y así definir las líneas base correspondientes con las que serán controlados el cronograma y el costo. Además, para este tipo de proyectos no se espera tener variaciones significativas en cuanto al alcance por lo que generalmente son muy estables durante su ejecución.

Ahora, tal como indica Szreder et al. (2019) la administración de proyectos requiere de flexibilidad para que así los proyectos se puedan adaptar a los cambios constantes y a las oportunidades de mejora. (p. 7). De este modo, los proyectos adaptativos brindan un enfoque ideal para los entornos complejos, cambiantes y de mayor incertidumbre, y han demostrado ser útil para los trabajadores y administradores de proyectos.

Este tipo de proyectos, a diferencia de los predictivos, se caracterizan por partir de un objetivo inicial, pero no cuentan un alcance claramente delimitado y los requisitos son refinados, modificados, eliminados o incorporados durante su ejecución. Adicionalmente, los proyectos adaptativos pueden ser incrementales, iterativos o incluso ágiles, lo que les permite la generación de valor constantemente gracias a entregas periódicas que incluyen funcionalidades adicionales, además son evaluados constantemente y promueven la participación de los interesados para así obtener una retroalimentación en tiempo real que permite al equipo de trabajo verificar su funcionamiento. Estos tipos de proyectos no cuentan con un presupuesto y una duración claramente delimitada.

Por último, se presentan los proyectos híbridos los cuales, como indica Boogaard, “En esencia, la gestión híbrida de proyectos consiste en tomar dos (o más) metodologías de gestión de proyectos diferentes y combinarlas para crear un método completamente nuevo” (2021). De este modo, los proyectos híbridos combinan los enfoques adaptativos, generando entregas constantes y en plazos cortos mediante desarrollos iterativos o incrementales que le añaden funcionalidades al producto, de modo que permite la incertidumbre y variación en el alcance sin embargo por su naturaleza se considerará terminado y funcional hasta una última iteración que comprenda todo lo desarrollado, tal como ocurre en los proyectos predictivos.

Por su naturaleza, los proyectos de construcción típicamente se catalogan como proyectos predictivos, ya que se tiene muy bien definido cual es el entregable final al cual se le realiza una cuantificación de recursos, una estimación de costos y una duración estimada, que sirven de base para el control de la obra durante su ejecución. De este modo, al tratarse este PFG de una metodología para la gestión de proyectos de construcción que utilizan el sistema constructivo tipo emparedado con malla tridimensional con relleno de poliestireno el enfoque a seguir es del tipo predictivo.

#### **2.2.4 Administración, dirección o gerencia de proyectos**

Para comprender a que se refiere la administración de proyectos es necesario primero definir el concepto básico de proyecto el cual: “se refiere a la asignación de recursos para la realización de actividades durante un tiempo limitado con el fin de alcanzar un objetivo específico, como respuesta a un problema o a una necesidad.” (López y Lankenau, 2017, p. 44). De modo que, los proyectos son la base fundamental que se desarrollan y parten de una estructura y una planificación para poder llevarlos a un buen término y lograr con éxito los requisitos que se vayan planteando. Esta estructuración corresponde a la administración de proyectos que de acuerdo con la Guía del PMBOK, la administración de proyectos se define como: “la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del proyecto” (PMI, 2017, p.10).

Por otro lado, tal como lo indica Kerzner (2022) la gestión de proyectos consiste en planear, organizar, dirigir y controlar los diferentes recursos de una compañía durante un determinado plazo, con el fin de completar metas y objetivos específicos (p 5). López y Lankenau (2017) brindan una definición similar a la de Kerzner al indicar que “la administración de proyectos consiste en planeación, organización, ejecución, control y cierre de las actividades y los recursos involucrados en el proyecto.” (p. 45)

Al realizar un análisis de las definiciones propuestas por los diferentes autores, se podría mencionar que existen algunas diferencias y similitudes entre estas. Un ejemplo de esto es que la definición de la Guía del PMBOK (PMI, 2017) muestra un énfasis en la aplicación de competencias, técnicas y herramientas específicas, como lo podrían ser las habilidades de liderazgo, la capacidad de toma de decisiones, los conocimientos específicos en un sistema constructivo, el manejo del software de una empresa, entre otros. Por otro lado, las definiciones de Kerzner y López y Lankenau podrían relacionarse más con un enfoque sistémico, las cuales destacan que dentro de la administración de proyectos esta aplicación de habilidades,



herramientas y técnicas deben conllevar procesos de planificación, organización y control de los diferentes recursos y actividades necesarios para alcanzar un objetivo específico.

Así mismo, cabe mencionar que, en las definiciones, destacan que los objetivos propuestos deben ser alcanzados a través del cumplimiento de diversos requisitos propios de cada proyecto, tales como el uso de recursos específicos, plazos determinados, parámetros de calidad, presupuestos establecidos, entre otros. Además, cabe recalcar que, de acuerdo con las definiciones, se puede identificar que la administración de proyectos requiere de personal calificado, tanto con todo aquello relacionado a conocimientos específicos del área como con la debida preparación en cuanto a la gestión de procesos y procedimientos ordenados y organizados en pro del alcance de objetivos específicos que permitan la culminación exitosa del proyecto.

En resumen, podría definirse que la gestión de proyectos es un proceso disciplinado, planificado y organizado que implica aplicar conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para lograr los objetivos dentro de los requisitos de tiempo, costo, calidad y características definidos en el mismo proyecto, lo cual permitirá la entrega exitosa del mismo.

### **2.2.5 Áreas de conocimiento y procesos de la administración de proyectos**

De acuerdo con el PMI (2017) “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.” (p.23). En total la Guía del PMBOK define 10 Áreas de Conocimiento en las cuales se componen de 49 procesos. Estas 10 áreas se describen a continuación:

- **Gestión de la Integración del Proyecto:** esta área del conocimiento incluye los procesos y actividades para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos

procesos y actividades de dirección del proyecto con el fin de lograr la unificación, consolidación, la comunicación y la interrelación.

- 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. De esta manera se define y controla aquello que se incluye en el proyecto y aquello que no se incluye.
- Gestión del Cronograma del Proyecto. Incluye los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto a tiempo. Aquí se gestiona cómo y cuándo se realizan los entregables del proyecto. Además, funciona como base para realizar el control del cronograma de la obra.
- Gestión de los Costos del Proyecto. Incluye los procesos necesarios para 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 los requerimientos y 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 con el fin que estos estén disponibles en el momento que el director del proyecto o el resto del equipo lo necesite.
- Gestión de las Comunicaciones del Proyecto. Incluye los procesos requeridos para asegurar que la necesidad de información y desarrollo se satisfagan mediante actividades para lograr un intercambio de información eficaz.

- **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 de un proyecto, con el fin de aumentar la probabilidad y/o el impacto de los riesgos positivos y, por el contrario, reducir la probabilidad y/o el impacto de los riesgos negativos.
- **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. En esta área de conocimiento se crean y gestionan contratos, órdenes de compra, así como distintos tipos de acuerdos.
- **Gestión de los Interesados del Proyecto.** Incluye los procesos requeridos para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o verse afectados por el desarrollo del proyecto y así poder analizar las expectativas de los interesados y su impacto en el proyecto, y para desarrollar estrategias de gestión adecuadas que promuevan el involucramiento y participación de estos.

Tabla 1

## Grupo de procesos y áreas de conocimiento de la dirección de proyectos

Áreas de conocimiento	Grupo de procesos				
	Inicio	Planificación	Ejecución	Control	Cierre
<b>4. Gestión de la integración del proyecto</b>	4.1. Desarrollo del acta de constitución	4.2. Desarrollo para del 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 5.5 Validar el Alcance 5.6 Controlar el Alcance	4.7 Cerrar el proceso o fase
<b>5. Gestión del Alcance del Proyecto</b>		5.1 Planificar la Gestión del Alcance. 5.2 Recopilar Requisitos 5.3 Definir el Alcance 5.4 Crear las ED/WEBS			
<b>6. Gestión del cronograma del proyecto</b>		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	
<b>7. Gestión de los costos del Proyecto</b>		7.1 Planificar la Gestión de los costos 7.2 Estimar los costos 7.3 Determinar el Presupuesto		7.4 Controlar los costos	
<b>8. Gestión de la Calidad del proyecto</b>		8.1 Planificar la Gestión de la calidad	8.2 Gestionar la Calidad	8.3 Controlar la Calidad	
<b>9. Gestión de los recursos del proyecto</b>		9.1 Planificar la Gestión de los recursos 9.2 Estimar los recursos de las actividades	9.3 Adquirir los recursos 9.4 Desarrollar el Equipo 9.5 Dirigir al equipo	9.6 controlar los recursos	
<b>10. Gestión de las comunicaciones del proyecto</b>		10.1 Planificar la Gestión de las comunicaciones	10.2 Gestionar las comunicaciones	10.3 Monitorear las comunicaciones	
<b>11. Gestión de los riesgos del proyecto.</b>		11.1 Planificar la gestión de los riesgos 11.2 Identificar los riesgos 11.3 Realizar el análisis cualitativo del riesgo 11.4 Realizar el análisis cuantitativo del riesgo 11.5 Planificar la respuesta a los riesgos	11.6 Implementar la respuesta a los riesgos	11.7 Monitorear los riesgos	
<b>12. Gestión de las adquisiciones del proyecto</b>		12.1 Planificar la gestión de las Adquisiciones	12.2 Efectuar las adquisiciones	12.3 Controlar las adquisiciones	
<b>13. Gestión de los interesados del proyecto</b>	13.1 Identificar 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	

Nota. Reproducido de *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos, Guía del*

*PMBOK®* (p. 25), por PMI, 2017, Project Management Institute Inc.

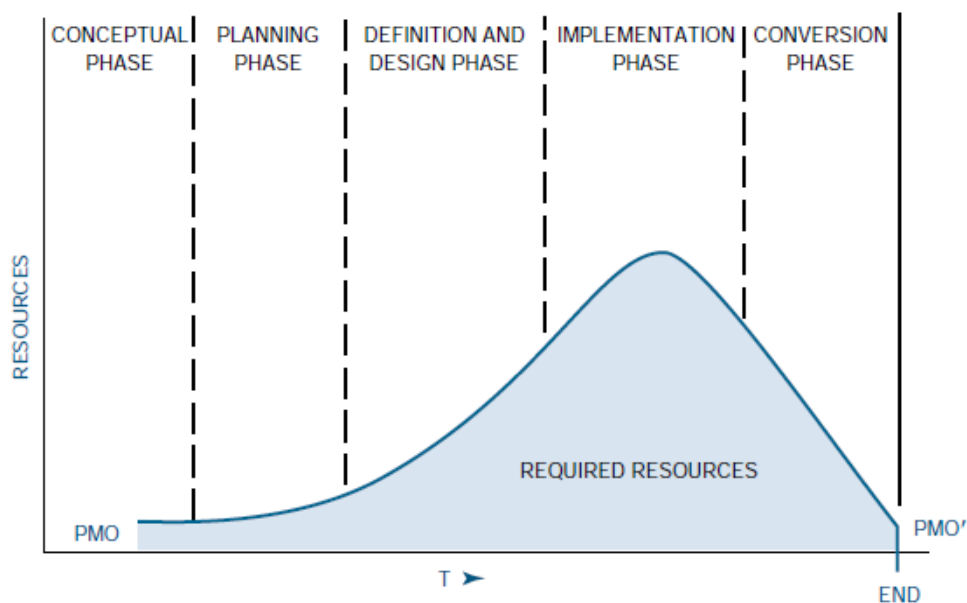
### 2.2.6 Ciclos de vida de los proyectos

El ciclo de vida de un proyecto según la Guía del PMBOK es “la serie de fases que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su conclusión” (PMI, 2021, p.33). Donde la cantidad y tipos de fases por el que atraviesa el proyecto depende principalmente la cadencia de entregas como del enfoque que se haya seguido. Además como indica Kerzner (2022) el entendimiento claro de las fases por las que debe atravesar el proyecto permite a los directores de proyectos tener un mejor control de los recursos para así lograr los objetivos (p.68). Esto implica que para garantizar el éxito de su proyecto los directores de proyectos deben conocer bien el tipo de proyecto a desarrollar para que de forma oportuna pueda ir completando la transición exitosa entre las etapas, una vez que se hayan cumplido los criterios necesarios.

En Guía del PMBOK (PMI, 2017) también se detallan tres posibles ciclos de vida, el predictivo, el iterativo y el incremental, donde cada uno de ellos cuenta con las distintas etapas y repeticiones que sean necesarias de ellas según el tipo electo. Por ejemplo para un ciclo de vida predictivo se tienen las diversas fases y solo se podrá avanzar a la siguiente una vez que se haya completado la anterior y únicamente bajo condiciones especiales como variaciones en el alcance, se repite una etapa. La siguiente figura ejemplifica las etapas por las que pasa el ciclo de vida predictivo.

**Figura 2**

*Ciclo de vida predictivo.*

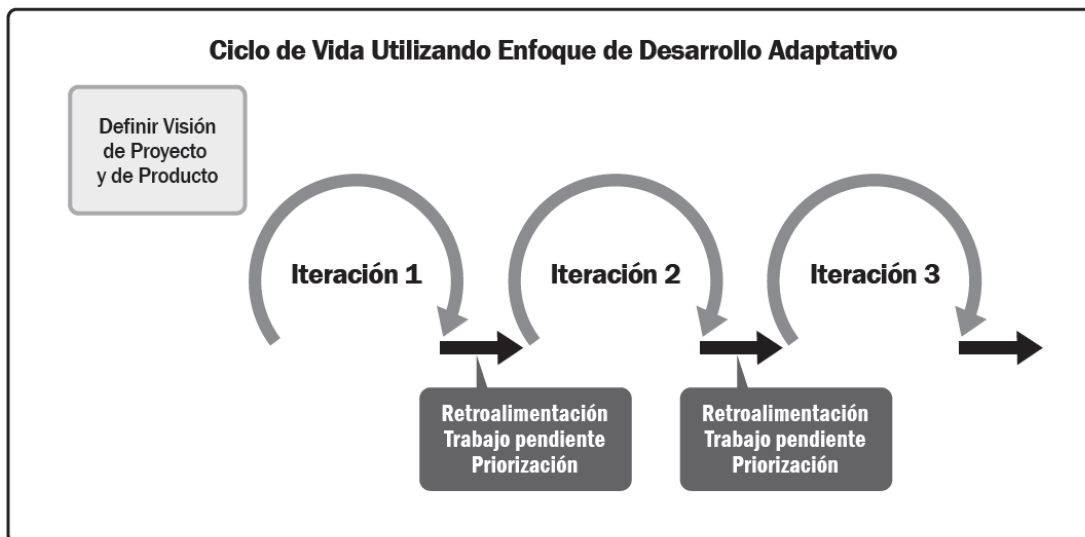


*Nota:* La figura muestra las etapas por las que pasa un proyecto predictivo. Tomado de *Project Management: A system approach to planning, scheduling and controlling* (p.73), por H. Kerzner, 2022, John Wiley & Sons, Inc.

Por otro lado, los ciclos de vida adaptativos se asocian a enfoques adaptativos donde se definen una serie de necesidades que se entregan para verificar su funcionalidad mediante la retroalimentación de los principales interesados. Este ciclo de vida va repitiendo este proceso y refinando el alcance necesario a medida que avanza el proyecto. En la siguiente figura se aprecia una propuesta para un ciclo de vida adaptativo.

**Figura 3**

*Ciclo de vida adaptativo.*



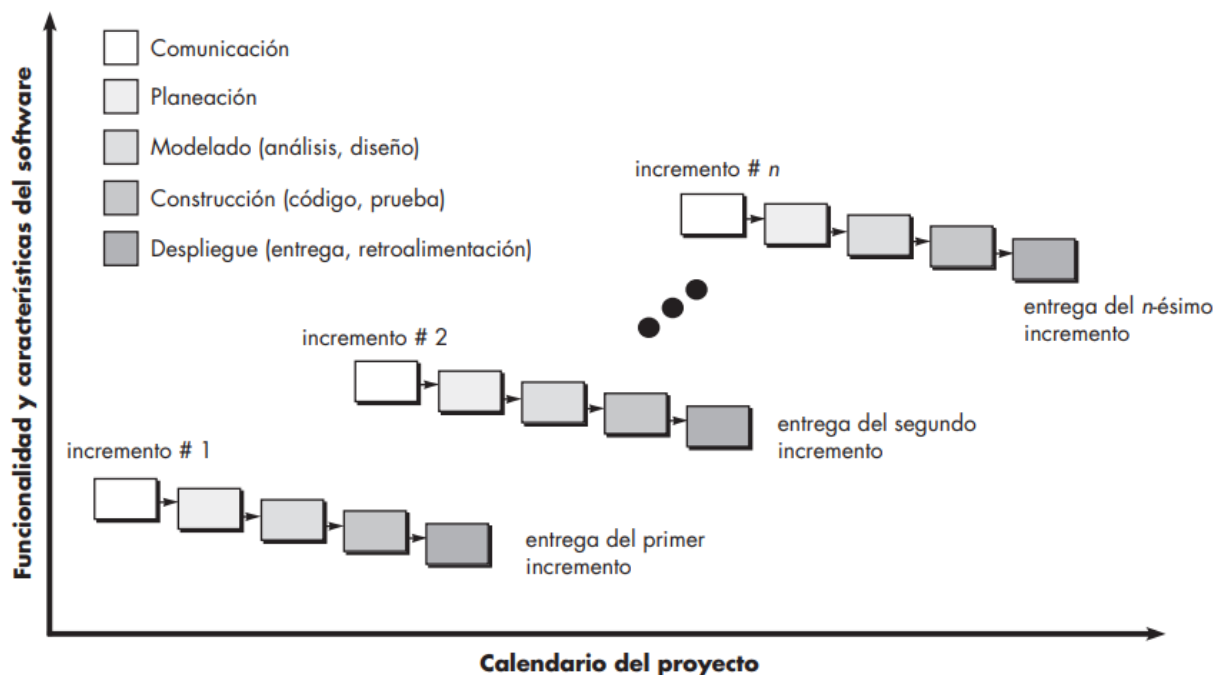
*Nota:* La figura muestra distintas iteraciones por las que pasa un ciclo de vida adaptativo.

Tomado de *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®)* (p.45) por PMI, 2021 Project Management Institute, Inc.

En un ciclo de vida incremental, el entregable pasa varias veces por las distintas fases del proyecto hasta llegar a la última iteración donde este logra cubrir los requerimientos y se considera terminado y funcional. Estas iteraciones añaden funcionalidades al entregable dentro de un marco de tiempo predeterminado. El entregable contiene la capacidad necesaria y suficiente para considerarse completo sólo después de la iteración final. En la siguiente figura se muestra el ciclo de vida de incremental.

Figura 4

*Ciclo de vida incremental.*



*Nota:* La figura muestra la repetición de las fases en cada iteraciones hasta que se considera funcional. Tomado de *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico* (p.36), por R. S.Pressman, 2010, McGraw Hill Education.

El PFG a desarrollar al estar relacionado con el área de la construcción va a tener un ciclo de vida predictivo, donde el proyecto que utilice el sistema constructivo va a tener una secuencia lineal entre las fases que pasa y donde típicamente se podrían definir inicio, planificación, ejecución, y por último el cierre. Es importante tomar en consideración que según López y Lankenau (2017) “ En las etapas iniciales se requiere más flexibilidad y estructura para planear, mientras que en las etapas finales se necesita apego a los planes y capacidad para reaccionar ante imprevistos.”(p. 48). Por lo que el director de proyectos debe planificar los



distintos recursos y herramientas que vaya a necesitar en cada una de las fases para concluir las de manera satisfactoria.

### **2.2.7 Estrategia empresarial, portafolios, programas, proyectos**

Las empresas que se caracterizan por estar en constante innovación y trabajan en el desarrollo de los planes necesarios para lograr identificar el objetivo y los procedimientos necesarios que se requieren para así poder alcanzarlo, a esto se refiere la estrategia empresarial. Entre las definiciones que se pueden encontrar aparece: “Una estrategia empresarial es la pauta que recoge los planes y políticas necesarias para alcanzar las metas que se ha propuesto la organización.” (Alonso, 2022).

Por lo tanto, estos planes permiten a las compañías establecer una ruta clara de a donde está y a donde quiere llegar. Para ello existen distintas estrategias que pueden ser adoptadas por la compañía, según la estrategia o tipo de negocio que se quiere abarcar. Típicamente se han definido tres tipos de estrategias empresariales, estas son: la estrategia competitiva, en la que se analiza el mercado y a los competidores, y se busca la forma de vender el producto de una forma eficiente. Por otro lado, se encuentra la estrategia funcional, la cual se relaciona con la gestión de recursos y habilidades de departamento, con el fin de optimizar sus aplicaciones. Por último, se encuentran las estrategias corporativas, las cuales definen cual es la imagen que desea proyectar la empresa, su visión y su misión, así como los valores que representan (Cabot, 2013).

Un modelo analítico que puede ser de gran utilidad es el análisis de las cinco fuerzas de Porter. Este modelo estudia la estructura competitiva de una industria, mediante el análisis de negociación de los clientes, el poder de negociación de los proveedores, la amenaza procedente de los productos sustitutos, la amenaza que representan los productos entrantes y la rivalidad entre los competidores. Luego de este análisis la empresa puede entender cuál es

la posición en el mercado y definir los planes correspondientes para tratar de mejorar dicha posición. Además, según Porter, la estrategia genérica puede basarse en la búsqueda de la diferenciación de los productos y sus características, un liderazgo por costo más competitivo que otros en el mercado con el fin de posicionar el producto o bien el enfoque del producto que busca orientarlo a una necesidad específica (Porter, 1997).

Ahora, así como las empresas desarrollan sus estrategias también planifican como se piensa ejecutar, para lo cual desarrollan portafolios, programas y proyectos. Estos conceptos se definen como “Un portafolio es un conjunto de proyectos y programas que se desarrollan para cumplir con los objetivos de una organización o empresa.”, mientras un programa es “un conjunto de varios proyectos coordinados y relacionados hacia una meta en común.” Por último, como se mencionó en anteriormente un proyecto se refiere a la asignación de recursos para completar una actividad durante un periodo de tiempo definido (López y Lankenau, 2017, pp. 44-45).

De este modo, las empresas pueden utilizar el desarrollo de portafolios, programas y proyectos para el desarrollo de su estrategia y así trazar una ruta clara que le permita alcanzar los objetivos que se vayan planificando, sea ingresar a un nuevo mercado o acaparar más del mercado actual en que participa.

El proyecto de fondo para esta metodología comprende la construcción de edificaciones o estructuras con un sistema constructivo en particular, el tipo emparedado con malla tridimensional con relleno de espuma de poliestireno, por lo que, al tener un presupuesto y un cronograma debidamente estimado, se trabaja dentro del grupo de proyectos.

## **2.3 Otra teoría propia del tema de interés**

### **2.3.1 Situación actual del problema u oportunidad en estudio**

La construcción en el país se ha basado típicamente en el uso de sistemas constructivos convencionales como la mampostería y el concreto armado, debido en gran parte al arraigo que tiene la cultura del país a estos sistemas, que, sumado a la falta de información técnica, códigos de diseño e incluso hasta de publicidad ha hecho que el uso de sistemas alternativos como el tipo emparedado con malla tridimensional con espuma de poliestireno expandido no hayan sido tan utilizados a nivel nacional.

“Un nuevo producto puede ser creado de cero o bien renovado, siempre y cuando se le añada elementos diferenciadores que lo hagan novedoso y atractivo en el mercado”. (Carranza, 2021). De modo que cuando la empresa decidió instalar una planta de última tecnología para la fabricación y comercialización del sistema constructivo tipo emparedado con malla tridimensional con espuma de poliestireno expandido, incorporó en el proyecto los valores propios de la compañía y la visión de innovación y diferenciación que ha caracterizado a Sur Química S.A y así logró entrar en este mercado y romper las barreras encontradas en él.

Desde la puesta en marcha, la empresa ha ido ajustando su estrategia para la atención de las necesidades y proyectos de los clientes. Donde inicialmente, hubo un fuerte trabajo de capacitación para ingenieros y arquitectos, donde se exponían las ventajas de utilizar el sistema tanto para el constructor que destacaban la facilidad del método constructivo y la versatilidad como para el usuario final, quien aparte del beneficio económico asociada a la reducción de costos, obtiene un mejor confort en la edificación debido al aislamiento térmico y acústico que brinda el sistema. Este acercamiento a empresas de diseño arquitectónico, constructoras y clientes particulares permitió captar un gran número de proyectos que fueron presupuestados y de los cuales muchos de ellos entraron en el proceso de ejecución de obra,

lo cual fomentó el crecimiento e inclusión del sistema en la industria de la construcción nacional.

Luego de esta fase de incorporación al mercado se buscó el posicionamiento de la marca y la diferenciación de los sistemas tradicionales y de otros similares en el mercado, destacando la calidad del producto, el servicio ofrecido y el respaldo de una compañía con más de 50 años en el mercado nacional, lo cual tuvo un impacto positivo en los clientes y las soluciones que se le brindaron.

A medida que se fueron cotizando más y nuevos proyectos la empresa fue desarrollando herramientas de análisis y elaboración de presupuestos de proyectos, como hojas de cálculos y listas de verificación, que permitieron reducir los errores de cálculo durante el proceso de planificación del proyecto. Además, gracias a estas herramientas se han logrado reducir los tiempos de respuesta en que los clientes obtienen la información de sus proyectos.

Otra mejora implementada para la gestión de proyectos con el sistema constructivo recae en el uso de software para el análisis de cargas y elaboración de planos y detalles constructivos que permite brindarle a los clientes y a los profesionales responsables de la obra incorporar detalles constructivos asociados propiamente al sistema en los planos de del proyecto, lo cual facilita el proceso de ejecución e inspección de la obra.

Adicionalmente, toda la información generada hasta este punto es incorporada en un informe técnico donde se resume el alcance de la obra, los recursos necesarios, supuestos y restricciones de la oferta generada, con el fin de resumir toda la información relevante en un único documento que se le hace llegar al cliente final.

Cuando se pasa al proceso de ejecución de obra, ha sido una muy buena práctica realizar una inducción al personal de campo que se encarga de la instalación del sistema, aunque ya cuenten con experiencia previa, de este modo, se refrescan conceptos básicos del producto y del proceso constructivo y así asegurar la ejecución e instalación adecuada.

Además, durante el periodo dura la instalación y el repello con mortero del sistema constructivo, se mantienen visitas de inspección periódicas donde se revisan los detalles constructivos especificados en planos y se corrigen inconvenientes de mano de obra o calidad de los productos y/o procesos de ejecución. En este caso, toda la información se detalla en un informe de visita técnico, que permite la trazabilidad correspondiente para el desarrollo de la obra.

De la experiencia recabada se ha encontrado que uno de los puntos críticos para el avance de la obra corresponde al uso de equipo de proyección neumática, el cual permite a la mano de obra de campo reducir los tiempos de ejecución de la obra al lograr el repello de más metros cuadrados por día que si se hiciera con herramienta manual. Producto de dicho análisis, se adquirieron equipos de proyección que fueron puestos en alquiler para los clientes que desarrollan los proyectos con el sistema tipo emparedado.

Como parte del desarrollo de este PFG se busca establecer la metodología para la gestión de la instalación de proyectos con el sistema constructivo que permita robustecer el proceso descrito anteriormente. Para ello se busca la aplicación de técnicas y herramientas adicionales que permitan facilitar la comprensión del sistema y la inspección de la construcción, producir estimaciones de tiempo de ejecución de cada una de las tareas que comprende el proceso constructivo, confirmar los rendimientos de consumo histórico de cada uno de los materiales utilizados y realizar un cierre formal del proyecto una vez que se concluyen las labores.

### **2.3.2 Investigaciones que se han hecho sobre el tema en estudio**

La gestión de proyectos tiene factores claves que pueden influir significativamente en el desarrollo de este, por lo que su detección temprana y control de estos permite realizar una gestión exitosa y promueve la satisfacción de todos los interesados en el proyecto. De este

modo en un proyecto constructivo es importante señalar que tecnologías que promuevan la eficiencia de recursos generarán valor en el proyecto, más allá del ahorro de recursos que se pueda lograr.

Tal es el caso del sistema constructivo tipo emparedado con malla tridimensional con espuma de poliestireno expandido, este es un sistema innovador que le brinda alternativas a los usuarios que desean desarrollar sus proyectos de una forma rápida y con un menor costo que los sistemas tradicionales. Además, de este tipo de sistema destacan una serie de ventajas entre las que mencionan la modularidad y reducción de residuos generados en obra, la sismo resistencia, resistencia al fuego y a los impactos, el aislamiento térmico y la eficiencia energética asociado, la reducción de peso de la estructura y la versatilidad que presenta el uso de este tipo de sistemas (Emmedue, Las ventajas, sf).

Esta última característica es de gran relevancia, ya que tal como lo menciona Conislla y Hermoza, el sistema favorece mucho la flexibilidad de diseño en sus elementos estructurales. Se adapta a realizar edificios de todo tipo, por lo que se puede obtener con facilidad cualquier tipo de forma geométrica (2022, p.43). Ahora, no solo se debe asociar la versatilidad al diseño de las obras, sino también al tipo de estructuras que se pueden desarrollar, ya que con el sistema se pueden construir las paredes, escaleras, entresijos y techos de una edificación. Además, con él se pueden hacer casas, edificios de varios pisos utilizando el panel como sistema estructural, o bien en edificios con marcos de concreto o acero y utilizándolos como un cerramiento no estructural, ya que es compatible con los demás sistemas constructivos. En la siguiente figura se muestra un ejemplo de un edificio construido con el sistema tipo emparedado.

**Figura 5**

*Hotel Eolo, España*



*Nota:* Edificio de cuatro niveles que utiliza el sistema tipo emparedado con malla tridimensional y relleno de poliestireno de Emmedue. Tomado de *Manual operativo* (p.52), por Emmedue, 2008, Emmedue.

Ahora bien, para verificar las demás propiedades como la resistencia al fuego, la sismo resistencia o la resistencia al impacto muchas empresas han optado por ejecutar ensayos según la normativa internacional en laboratorios de prueba, que les brindan el respaldo necesario para su comercialización.

Además mucha de la información que ha sido generada de estos ensayos le es útil a los ingenieros estructurales, ya que si bien, el sistema se comporta como un muro de concreto reforzado y puede ser diseñado según los parámetros establecidos por el ACI-318 Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario, es necesario incorporar las características propias de los materiales que se utilizan dentro de sus diseños y los cálculos necesaria, así como el modelado en software de diseño.

Al tratarse de un sistema que muchos constructores no conocen, es necesario el acompañamiento y capacitación del proceso constructivo, ya que si bien, es fácil de instalar se

requiere de una serie de cuidados y refuerzos adicionales que lo diferencian de los sistemas convencionales, especialmente en el proceso de montaje, refuerzo y repello de los paneles.

Emmedue, una empresa italiana que fabrica y comercializa el sistema indica “es de suma importancia efectuar un montaje preciso controlando minuciosamente la planaridad de las paredes y la verticalidad de las esquinas” (2008, p. 20). Además, una vez instalados los paneles es necesaria la colocación de ciertas mallas propias del sistema, estas son la malla plana para las uniones de paneles, refuerzo en las esquinas de buques de puerta y ventanas para evitar fisuras por concentración de esfuerzos cortantes y las mallas en L para las uniones entre paneles ortogonales, sea entre paredes o bien entre las paredes y los entrepisos o techos.

Otra práctica que diferencia al sistema es el uso de morteros proyectables para el repello de la superficie. Al incorporar métodos mecánicos para el revoque se obtiene un mayor avance en esta labor, que a la postre termina reduciendo los tiempos de ejecución de obra. (Mata, 2022). Sin embargo, para garantizar su óptimo funcionamiento durante la ejecución del proyecto es necesario brindar una asesoría y capacitación sobre el uso al personal de la obra. Parte de los procesos constructivos de instalación de paneles y repello de paredes descritos anteriormente, se muestran en la siguiente figura.



**Figura 6**

*Proyecto en proceso con sistema tipo emparedado con malla tridimensional y relleno de poliestireno.*



*Nota:* La figura muestra el proceso de repello en un proyecto en ejecución con sistema tipo emparedado con malla tridimensional y relleno de poliestireno. Tomado de *Manual operativo* (p.30), por Emmedue, 2008, Emmedue.

De la revisión bibliográfica preliminar sumado a nuevas referencias encontradas se logró encontrar información relevante para el desarrollo de este PFG, ya que se describen técnicas de gestión de proyectos, información sobre el proceso constructivo, las ventajas que el sistema brinda y los ensayos que respaldan. Además, se citan códigos de diseño estructural que describen la metodología a seguir en un proyecto que se plantee con el sistema tipo emparedado con malla tridimensional con relleno de poliestireno.

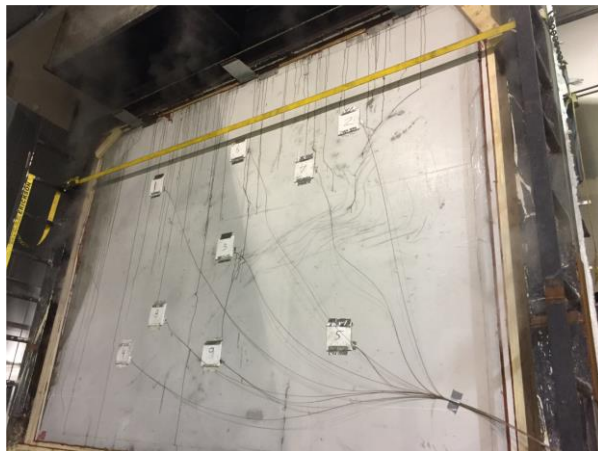
### 2.3.2.1 Metodologías que se han usado

Uno de los factores más influyentes en la toma de decisión del sistema constructivo a utilizar en el desarrollo de proyectos es el costo, para ello Conislla y Hemoza en su estudio realizan un análisis comparativo sobre los costos y tiempos de ejecución, para lo cual realizan una programación de las distintas actividades que componen la construcción de un módulo habitacional de 32.5 m<sup>2</sup> y estiman los recursos necesarios tanto para el sistema tipo emparedado como la mampostería confinada y el costo asociado a ellos, con el fin de poder sentar las bases para realizar un estudio de factibilidad económica entre el uso de sistemas constructivos como pueden ser el tipo emparedado con malla y relleno de poliestireno expandido y otros sistemas.

El cumplimiento de normativa y especificaciones es otro factor relevante que se analiza cuando se comparan sistemas constructivos. Un caso específico se presenta cuando se requiere que las paredes sean una barrera cortafuego para determinado tiempo, tradicionalmente dos horas según la normativa nacional y especialmente cuando se trata de divisiones en edificios de gran altura. Por esta razón las empresas deben realizar ensayos a los productos que ofrecen, tal es el caso del panel MKS de Sur Química. Este panel fue ensayado en Estados Unidos en el laboratorio QAI, siguiendo la metodología descrita por la norma ASTM E 119 Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials, con el fin de cumplir los requisitos del Benemérito Cuerpo de Bomberos como barrera cortafuego por dos horas. La siguiente figura muestra las pruebas realizadas.

## Figura 7

### *Prueba de resistencia al fuego al sistema MKS de Sur*



*Nota:* pared de MKS construida en el laboratorio del QAI para la ejecución del ensayo de resistencia al fuego según ASTM E119. Tomado de *Test Report No: T1135-1a* (p.14), por QAI, 2017.

Por otro lado, los ensayos de capacidad y resistencia estructural de este tipo de sistemas representan insumos valiosos para los diseñadores, para lo cual Sur Química realizó ensayos estructurales en el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (Lanamme-UCR) siguiendo una metodología experimental basada en la normativa internacional establecida por ASTM. Entre los ensayos destacan el de carga axial según ASTM E72 Standard Test Methods of Conducting Strength Tests of Panels for Building Construction, resistencia a la flexión según ASTM E695 Standard Test Method of Measuring Relative Resistance of Wall, Floor, and Roof Construction to Impact Loading y la resistencia a la compresión del microconcreto utilizado para repello del sistema de paredes y entepiso según ASTM C39 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

Los ensayos son un complemento significativo para los modelos de diseño estructural que permiten el desarrollo de ecuaciones que logran estimar las cargas de los elementos en

estudio. Tal es el caso cuando se utiliza el Método de diseño por resistencia última, donde se requiere que en cualquier sección la resistencia de diseño del elemento sea mayor o igual que la resistencia requerida calculada mediante la combinación de las cargas mayoradas. Es decir, resistencia de diseño  $\geq$  Resistencia requerida.

De este modo los diseñadores, basados en la metodología descrita en el ACI-318 pueden estimar parámetros como la resistencia a la compresión, flexión, flexo-compresión y cortante para el diseño de estructuras y secciones del sistema tipo emparedado con malla tridimensional con espuma de poliestireno.

### **2.3.2.2 Conclusiones y recomendaciones obtenidas**

Meléndez y El Salous indican que “la gestión exitosa de los proyectos empresariales depende de la acertada conjugación de los procesos centrales del negocio, ubicados en el nivel estratégico” (2021, p.230). Además, detallan cuatro factores críticos de costo, tiempo, calidad y capacidad gerencial, los cuales también destacan como principales factores en un proyecto de construcción, por lo que la búsqueda de técnicas y herramientas que permitan realizar esta gestión de forma eficiente y controlada serán de gran importancia para el DP.

Además, respecto a la gestión de proyectos, Ulloa identificó como principales deficiencias que afecten los procesos la carencia de procedimientos claros, normativa y ausencia de indicadores de impacto y que con la incorporar un sistema de administración de apoyo y facilita el manejo de información, agiliza el trámite y reduce reprocesos (2022, p. 141-142).

El sistema tipo emparedado con malla tridimensional con relleno de poliestireno puede ser utilizado en muchos tipos de construcciones, además puede ser utilizado como sistema portante. “Este tipo de edificios se conciben como estructuras formadas por elementos

verticales y horizontales que se construyen al agruparse los paneles una vez en obra” (Emmedue, 2015, p. 3).

Al realizar un análisis comparativo entre el sistema constructivo tipo emparedado con malla y relleno de EPS y mampostería confinada Conisilla y Hermoza concluyen que “la factibilidad de un modelo típico para vivienda empleando el sistema constructivo Emmedue, sin duda la mejor opción con respecto a los otros sistemas en aspectos de medio ambiente, calidad de materiales, plazo de ejecución, costos, aspecto estructural y económico” (2022 p.46). Al realizar este estudio análisis determinaron que el primero es un 7% más económico y los tiempos de ejecución se reducen un 25%. Este resultado confirma una de las premisas del sistema, que dada el modularidad del sistema se reduce el desperdicio, lo cual sumado a los reducidos tiempos de ejecución es posible brindar un incentivo económico para aquellos clientes que opten por su uso.

El ahorro en tiempo se debe a la facilidad de instalación y bajo peso del sistema. Además, el uso de equipos de proyección mecanizado mejora los rendimientos de mano de obra hasta en un 69% (Mata, 2022)

Por otro lado, el sistema puede ser utilizado como una barrera cortafuego entre 90 y 120 minutos. Tal como lo indica el Benemérito cuerpo de bomberos “esta dependencia no encuentra objeción al uso del sistema "PegaSur Proyectable MCE 225 micro concrete, Expanded Polystyrene insulated and steel mesh reinforced load bearing wall assembly" como cerramiento resistente al fuego, según el tiempo de resistencia indicado por el laboratorio” (Solis, 2017).

En cuanto al análisis estructural dado que “la proyección del micro concreto en capas sobre los paneles convierte todos los cerramientos y losas, así como sus uniones en elementos rígidos y monolíticos” (Emmedue, 2015, p. 3) es factible realizar los cálculos de diseño siguiendo las ecuaciones y especificaciones básicas del ACI-318. Sin embargo, es de vital

importancia no descartar las pruebas de laboratorio a escala natural, para que tal como mencionan Palacios, Torres y Torres se puedan comparar cada una de las propuestas de resistencias a flexión, cortantes, compresión, tensión, flexocompresión, etc., con las obtenidas en los prototipos de prueba (2006, p. 159).

### **2.3.3 Otra teoría relacionada con el tema en estudio**

#### **2.3.3.1 Diseño simplificado**

El diseño estructural de una edificación se encarga de estudiar los efectos de las distintas cargas, sean verticales, peso propio, sísmicas u otras que actúen sobre esta con el fin de garantizar la estabilidad, la resistencia y la rigidez de dicha estructura. De este modo, el diseño estructural es una parte fundamental para la planificación de un proyecto.

El Código Sísmico de Costa Rica, en el capítulo 17 Vivienda unifamiliar, define casa como “las viviendas unifamiliares, independientes estructuralmente y con un máximo de dos pisos.” Además, reconoce dos tipos de diseño estructural para casas, el diseño formal, el cual “analiza y diseña la casa como cualquier otra estructura” y el diseño simplificado, que utiliza una serie de detalles estándar y guías para el diseño de casas, según el sistema constructivo que utiliza, de manera que puedan ser utilizados por profesionales especialistas o no en ingeniería estructural sin la necesidad de hacer los cálculos correspondientes (Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica, 2011, p 17/1).

Para poder utilizar el diseño simplificado en la construcción de viviendas, el Código Sísmico de Costa Rica establece una serie de requisitos que deben de cumplir las casas los cuales se detallan a continuación:

- Área de construcción menor a 200m<sup>2</sup> con una altura de pared a nivel de viga corona de no más de 3.0m y altura máxima de tapichel hasta de 4.2m.
- Suelo con una capacidad soportante mínima de 24 t/m<sup>2</sup>.

- Las paredes no deben tener una relación de altura sin soporte laterales a espesor mayor que 25.
- La longitud mínima total de paredes de altura completa es 0.4m por cada metro cuadrado de construcción en cada planta. La longitud mínima en cada dirección es de un tercio de la longitud mínima. Además, la longitud mínima, en cada dirección, de paredes completas que soportan entresijos es de 0.2 m por cada metro cuadrado de área de entresijo.
- Todas las paredes deben tener elementos que brinden estabilidad lateral con una separación máxima de 6m.
- El entresijo de las viviendas debe actuar como un diafragma rígido.
- Las paredes de altura completa bajo un entresijo deben estar distribuidas con criterios de simetría, de modo que soporten el efecto de torsión en planta.
- La cantidad de pisos que puede tener la casa depende del sistema constructivo a utilizar. Mampostería de concreto o arcilla y concreto reforzado pueden tener dos niveles, mientras que los sistemas con base en paneles o baldosas, horizontales o verticales, de concreto prefabricado, sistema con base en planchas delgadas con doble forro y estructura interna de acero o de madera y sistema tipo “emparedado” con una malla metálica tridimensional con relleno de espuma de poliestireno expandido se limitan únicamente a un nivel.

Adicionalmente el sistema tipo emparedado con malla metálica tridimensional con espuma de poliestireno y sus componentes deben cumplir con las siguientes características:

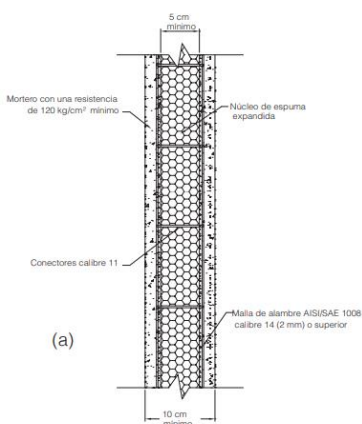
- El núcleo de espuma de poliestireno debe ser de al menos 5 cm y quedar embebido entre dos mallas electrosoldadas de alambre de acero galvanizado AISI/SAE 1008 calibre 14 (2mm) o diámetro superior, de acuerdo con las normas ASTM A-82 y ASTM A-185.

- La suma de las áreas del alambre horizontal y vertical de cada malla debe al menos  $1.25 \text{ cm}^2/\text{m}$  y el área mínima en una dirección es de  $0.4 \text{ cm}^2$ .
- La separación máxima de la cuadrícula del panel es de  $5 \times 5 \text{ cm}$
- El mortero por utilizar para el repello de paneles debe alcanzar un espesor mínimo de  $2.5 \text{ cm}$  por cada cara del panel y debe tener una resistencia mínima de  $120 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días según ASTM C 1140.

Por lo tanto, si se desea construir una casa con el sistema constructivo tipo emparedado con una malla metálica tridimensional con relleno de espuma de poliestireno expandido y este cumple con todos los requisitos anteriores entonces se pueden utilizar los detalles típicos especificados en el Código Sísmico sin la necesidad de una memoria de cálculo que los respalde. A continuación, se muestran los detalles del panel y los refuerzos necesarios.

### Figura 8

*Configuración de paredes tipo emparedado con malla tridimensional con relleno de EPS*

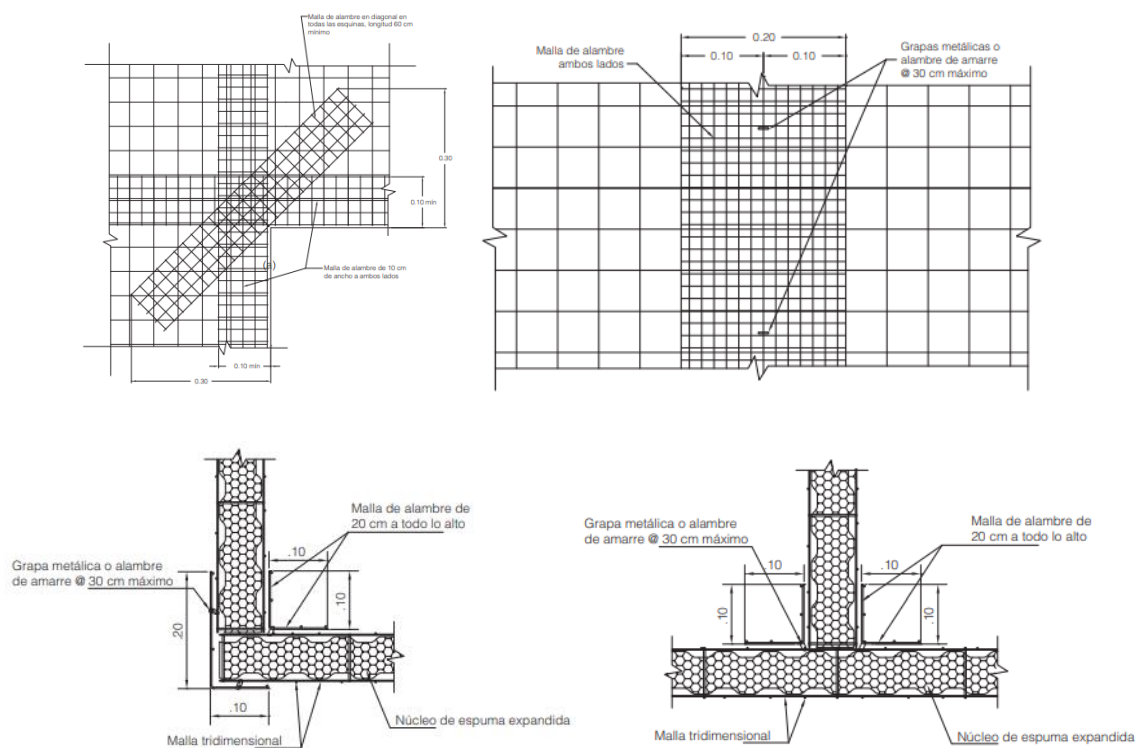


*Nota:* La figura muestra el detalle típico de la sección de pared y según el diseño simplificado para el sistema constructivo tipo emparedado con malla tridimensional con espuma de poliestireno. Tomado de *Código Sísmico de Costa Rica* (p.17/9), por Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica, 2011, Editorial Tecnológica de Costa Rica.



Figura 9

## Colocación de mallas de refuerzo en sistema tipo emparedado



*Nota:* La figura muestra el detalle típico de la colocación de mallas de refuerzo en buque de puertas y ventanas, así como en la union entre paneles según el diseño simplificado para el sistema constructivo tipo emparedado con malla tridimensional con espuma de poliestireno. Tomado de *Código Sísmico de Costa Rica* (p.17/9), por Colegio Federado de de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica, 2011, Editorial Tecnológica de Costa Rica.

### 2.3.3.2 Gestión del Valor Ganado

El control de obras en proyectos de construcción es un proceso que se ejecuta durante todas las etapas de ciclo de vida de un proyecto y está altamente enfocado en monitorear y documentar las actividades que se van realizando durante su ejecución y así poder medir que el avance de este esté dentro de los márgenes desviación permitidos. Para ello, hay técnicas y

herramientas que permiten al DP tener información clara, confiable y veraz sobre el desarrollo del proyecto y así, basado en datos reales poder tomar decisiones en los momentos oportunos con fin de mantener un desempeño adecuado en el proyecto. Entre ellas destaca la Gestión de Valor Ganado.

La Gestión del Valor Ganado es una metodología que integra el alcance, el cronograma y el presupuesto de una obra, para poder medir de forma objetiva el desempeño actual y compararlo contra el planeado para así evaluar tendencias que permiten realizar pronósticos sobre su conclusión basado en datos reales (PMI, 2008, p18).

Como punto de arranque para la aplicación de la metodología, es necesario contar con la Líneas Base de Medición de Desempeño, la cual define el alcance mediante los trabajos a realizar, el cronograma con los plazos de entrega y el costo de los recursos que serán necesarios para concluirlo.

Posteriormente se realiza un análisis en puntos determinados del proyecto y mediante técnicas como fórmula fija, ponderación por hitos, porcentaje completado, esfuerzo prorrateado o nivel de esfuerzo se determina el porcentaje de avance actual del proyecto. Al comparar esta información contra la Línea Base de Medición de Desempeño es posible calcular una serie de indicadores que pueden ser graficados, que permiten la evaluación y retroalimentación oportuna del proyecto tanto respecto al cronograma, donde se puede estimar si este va a adelantado, a tiempo o atrasado, así como referente al costo, donde se puede calcular si los gastos van acorde al presupuesto, por debajo o bien se ha gastado de más. Estos indicadores se definen a continuación:

- **PV Valor planeado:** indica el presupuesto aprobado que conforma la línea base.
- **EV Valor ganado:** es la medida de trabajo realizado en términos del presupuesto. Se obtiene de multiplicar el porcentaje de avance por el PV.

- **AC Costo real:** representa el costo real incurrido por el trabajo llevado a cabo en una actividad durante un periodo de tiempo específico.
- **SV Desviación del cronograma:** representa la diferencia que hay entre el Valor ganado y el Valor planificado.

$$SV = EV - PV \quad (1)$$

- **CV Desviación del costo:** representa la diferencia que hay entre el Valor ganado y el Costo real.

$$CV = EV - AC \quad (2)$$

- **VAC Variación al completamiento:** representa la diferencia del costo total planeado (BAC) y la estimación a la conclusión luego de una proyección.

$$BAC = BAC - EAC \quad (3)$$

- **CPI Índice desempeño del costo:** Este índice permite medir el trabajo completado, comparándolo con el costo o el avance real del proyecto. Si se obtiene un número superior a 1, significa que el costo es inferior al planeado. Si el número es inferior a 1 el costo ha sido mayor al planeado.

$$CPI = \frac{EV}{AC} \quad (4)$$

- **SPI Índice desempeño del cronograma:** Este índice evalúa la eficiencia del cronograma, es decir el manejo eficiente del tiempo con relación a lo planeado. Si el índice arroja un número mayor a 1 quiere decir que el cronograma está adelantado, si es menor a 1 quiere decir que el proyecto se encuentra retrasado.

$$SPI = \frac{EV}{PV} \quad (5)$$

- **TCPIBAC Índice desempeño del trabajo por completar según presupuesto:** Este indicador determina cuánto debe mejorar la eficiencia en tema de costos, de manera que el proyecto pueda culminar según lo presupuestado.

$$TPCI\ BAC = \frac{BAC - EV}{BAC - AC} \quad (6)$$

- **TCPIEAC Índice desempeño del trabajo por completar según estimación:** Este indicador es una proyección de tiempo estimado al completar el proyecto con relación a la duración de este.

$$TPCI\ EAC = \frac{BAC - EV}{EAC - AC} \quad (7)$$

- **EACt Tiempo estimado al cumplimiento:** indica la proyección de duración con el rendimiento que se está teniendo.

$$EACt = \frac{Duración}{SPI} \quad (8)$$

- **EAC Costo estimado al cumplimiento:** indica la proyección del costo que tendrá el proyecto a su término. Hay dos formas de calcularlo. La primera (EAC1) supone que el comportamiento del CPI será mantenido durante la proyección y la segunda (EAC2) lo calcula, bajo el supuesto que el valor del CPI obtenido es un caso aislado y que el rendimiento por el resto del proyecto será igual que el planificado.

$$EAC1 = \frac{BAC}{CPI} \quad (9)$$

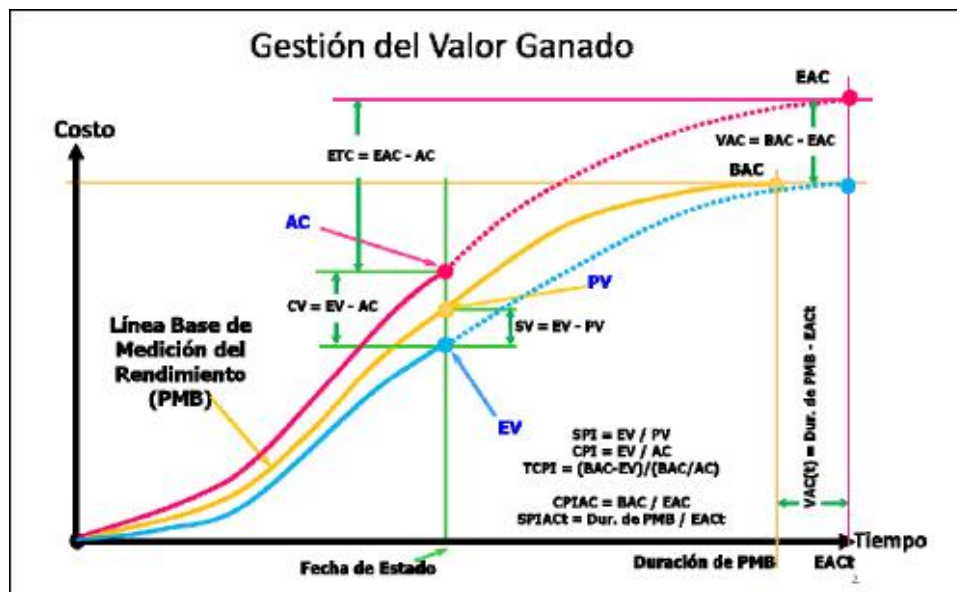
$$EAC2 = AC + BAC - EV \quad (10)$$

- **ETC Costo estimado por completar:** cuánto dinero se requiere para completar el proyecto según la proyección realizada.

$$ETC = EAC - AC \quad (11)$$

Figura 10

## Gestión de Valor Ganado



Nota: La figura muestra la representación gráfica de la Gestión de Valor Ganado, así como los indicadores calculados para la evaluación del proyecto, tanto para el momento de análisis como la predicción de conclusión. Tomado de *La gestión del valor ganado y su aplicación*, por R. Ambriz Avelar, 2008, <https://www.pmi.org/learning/library/es-las-mejores-practicas-de-gestion-del-valor-ganado-7045>

Si en los proyectos que utilizan el sistema tipo emparedado se logra la implementación de la Gestión de Valor Ganado, los DP pueden controlar el desempeño que ha tenido la mano de obra, verificar si se está atrasado, adelantado o según el cronograma planteado y la influencia que tiene este estado respecto al costo de la obra. Adicionalmente le permite llevar un control de la cantidad de metros cuadrados de panel que se hayan colocado y de los sacos de mortero utilizados, con el fin de verificar los rendimientos y comprobar que el control de costos esté según lo planificado.

### **2.3.3.3 Gestión de calidad para la fabricación de los componentes del sistema tipo emparedado**

Para poder ser referente en cuanto a la calidad de productos fabricados es necesario tener altos estándares de calidad que sirven de base para garantizar el funcionamiento y eficacia de los productos que se comercializan, así como contar con una red de proveedores que respalden esta calidad con las materias primas ofrecidas y compartan la visión y los valores de la compañía. La Organización Internacional de Estandarización (ISO, por sus siglas en inglés) indica que “la adopción de un Sistema de Gestión de la Calidad es una decisión estratégica para una organización que le puede ayudar a mejorar su desempeño global y proporcionar una base sólida para las iniciativas de desarrollo sostenible” (ISO, 2015, p. vii)

Al ser Sur Química S.A. una empresa certificada ISO 9001 e implementar el sistema de gestión de calidad le ha permitido a la compañía la capacidad para proporcionar regularmente productos y servicios que satisfagan los requisitos técnicos y legales de sus clientes, lo que promueve su satisfacción. Además, le ha permitido reducir los riesgos y maximizar las oportunidades asociadas a las actividades, así como aplicar procesos que promuevan la mejora continua del sistema y aseguramiento de la calidad de los productos que se fabrican.

El PMI indica que la gestión de la calidad incluye “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 los objetivos de los interesados.” (2017, p. 271). Estas labores, desarrolladas por la Gerencia de Control de Calidad, permite la estandarización de la calidad y asegura que tanto las materias primas como los productos terminados cumplan con los parámetros de aceptación definidos.

Por tal motivo, tanto las materias primas que ingresan a la compañía como los productos que las utilizan tiene asignados distintos Métodos de Análisis (MDA) que permiten realizar la gestión de calidad correspondiente, definen el tamaño y la frecuencia de las

mediciones, los rangos de aceptación y la referencia de la cual se basa el análisis, algunos basados en normativa internacional, mientras que otros son desarrollados por la compañía para controlar alguna característica. Esto con el fin de poder reducir el riesgo de reclamos asociados al desempeño de estos productos. Para detallar dicha gestión, a continuación, se especifican los MDA asociados a los distintos componentes del sistema MKS, entre ellos el poliestireno y el acero con que se fabrican los paneles y las mallas de refuerzo, así como el mortero que se utiliza para el repello del sistema.

**Tabla 2**

*Métodos de análisis para el sistema MKS*

Método de análisis	Rango de aceptación	Referencia
<b>Bloque de poliestireno</b>		
Densidad de bloque EPS	13-15 kg/m <sup>3</sup>	ASTM D6817 Standard Specification for Rigid Cellular Polystyrene Geofoam
Inflamabilidad de EPS	Pasa/Falla	UL94 Test for flammability plastic materials for parts in devices and appliances
<b>Acero de 2.4mm</b>		
Calibre de acero	2.38-2.42 mm	MDA 09.01.051 E1 Calibre de acero
Gramaje de acero	33-37 mm	MDA 09.01.051 E2 Gramaje de acero
Peso de recubrimiento galvanizado	50-60 g/m <sup>2</sup>	ASTM A90: Standard Test Method for Weight [Mass] of Coating on Iron and Steel Articles with Zinc or Zinc-Alloy Coatings
Esfuerzo de fluencia (fy)	> 535kg/m <sup>2</sup>	ASTM A370 Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products
<b>Acero de 3.0mm</b>		
Calibre de acero	2.98-3.02 mm	MDA 09.01.051 E1 Calibre de acero
Gramaje de acero	53-59 mm	MDA 09.01.051 E2 Gramaje de acero
Peso de recubrimiento galvanizado	50-60 g/m <sup>2</sup>	ASTM A90: Standard Test Method for Weight [Mass] of Coating on Iron and Steel Articles with Zinc or Zinc-Alloy Coatings
Esfuerzo de fluencia (fy)	> 535kg/m <sup>2</sup>	ASTM A370 Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products
<b>Panel MKS</b>		
Inspección visual	Pasa/Falla	MDA 09.01.051K Inspección visual de paneles de MKS
Porcentaje de uniones de soldadura sueltas	0%	MDA 09.01.051L Porcentaje de puntos de soldadura sueltas

Método de análisis	Rango de aceptación	Referencia
Mortero para MKS		
Granulometría	Pasa/Falla	UNE 1015-1 Determinación de la distribución granulométrica
Flujo	17-20 cm	ASTM C1437 Standard Test Method for Flow of Hydraulic Cement Mortar
Resistencia a la compresión	>210 kg/cm <sup>2</sup>	ASTM C109 Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens)

*Nota:* La tabla resume los MDA que se le realizan a los componentes y a los paneles del sistema MKS para garantizar la gestión de calidad de estos productos.

Luego de realizar los respectivos controles de calidad a los productos y verificar que estos cumplen con los parámetros de aceptación el producto se libera a la venta; en caso contrario, donde uno o más parámetros estén fuera de rango, se analiza el caso particular y se define si con la desviación obtenida se puede comercializar, se debe ajustar el producto o bien reprocesar completamente.



### **3 Marco metodológico**

El marco metodológico es una parte esencial de una investigación, el cual puede ser descrito como un plan detallado que brinda una guía clara para la ejecución del proyecto, lo cual permite que este se lleve a cabo de manera sistemática, ordenada y coherente.

De acuerdo con Mata "El marco metodológico de investigación es una elaboración compleja que integra las decisiones y acciones teórico-metodológicas del proceso investigativo" (2019). Tal como lo evidencia el autor en la anterior definición, el planteamiento y seguimiento de un adecuado conjunto de directrices es crucial para el éxito de cualquier proyecto. Por este motivo, al desarrollar el marco metodológico del presente PFG, se incluyeron detalles sobre los métodos, técnicas y enfoques que se utilizaron para recopilar y analizar datos referentes al sistema constructivo tipo emparedado con malla tridimensional con relleno de poliestireno, así como las etapas y procedimientos que se siguieron en cada uno de los procesos. Esto permitió que el proyecto tuviera una adecuada teoría de sustento, que garantizó la solidez y la validez de la investigación, ya que proporcionó un enfoque estructurado para la recopilación y el análisis de los datos. Así mismo, le permitió al PFG contar con las pautas necesarias para que la metodología propuesta para el sistema constructivo pueda ser reproducida de forma consistente y organizada en nuevos proyectos

#### **3.1 Fuentes de información**

Las fuentes de información representan el sustento teórico para el desarrollo de una investigación, respecto a estas Maranto indica que "una fuente de información es todo aquello que nos proporciona datos para reconstruir hechos y las bases del conocimiento. Las fuentes de información son un instrumento para el conocimiento, la búsqueda y el acceso a la información" (2015, p. 2). Además, estas describen el origen de la información utilizada en el

estudio de análisis, es decir, de donde provienen y se toman los datos. Estas fuentes pueden ser primarias o bien secundarias (Gómez, 2018, p. 37).

La revisión y la selección de las distintas fuentes de investigación que se utilizaron para el desarrollo de esta investigación representó una parte fundamental en la creación de valor y conocimiento, ya que de dicho análisis fue posible confirmar la veracidad y relevancia de los datos expuestos. A continuación, se describen tanto las fuentes de información primaria como secundarias que se utilizaron.

### **3.1.1 Fuentes primarias**

Las fuentes primarias son aquellas que contienen información original es decir son de primera mano, son el resultado de ideas, conceptos, teorías y resultados de investigaciones. Contienen información directa antes de ser interpretada, o evaluado por otra persona. (Maranto, 2015, p.2). Además, referente a este tipo de fuentes Avello indica que “son aquellas que contienen información nueva y original obtenida como resultado de la investigación científica” (Avello, 2018).

Este tipo de fuentes buscan la creación de nueva información que para el desarrollo de este PFG permitió analizar a fondo temas de rendimientos y procesos, con lo cual se desarrollaron métodos de análisis para el cálculo de rendimientos, así como el desarrollo de procesos más eficientes durante la etapa de ejecución de obra. Las principales fuentes primarias utilizadas fueron las entrevistas a expertos respecto al sistema tipo emparedado con malla tridimensional con relleno de poliestireno con el fin optimizar los procesos, el análisis de la bases de datos de proyectos realizados para la estimación y verificación de los rendimientos y procedimientos propios de la compañía respecto a la fabricación de los componentes del sistema constructivo, lo cual permitió la estandarización y la verificación de la calidad de estos.

Las fuentes primarias que se usaron en este PFG fueron:

- Entrevistas con expertos.
- Informes técnicos de desempeño producto de pruebas al sistema.
- Métodos de análisis para el control de calidad de los productos.
- Bases de datos de proyectos y su consumo de materiales.

### **3.1.2 Fuentes secundarias**

Las fuentes secundarias de acuerdo con Avello son aquellas que contienen información organizada y elaborada, producto del análisis, síntesis y reorganización de las fuentes primarias (2018). Las fuentes secundarias “consisten en compilaciones, resúmenes y listados de referencias publicadas en un área de conocimiento en particular (son listados de fuentes primarias). Es decir, reprocesan información de primera mano” (Hernández, 2014, p. 24)

Respecto a este tipo de fuentes, para el desarrollo de este PFG se utilizaron tanto libros sobre la administración de proyectos, como la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK), además de artículos encontrados en sitios web referentes al tema de fondo de este trabajo de donde se compilaron y extrajeron las mejores prácticas para el desarrollo de la metodología propuesta.

Las principales fuentes secundarias que fueron utilizadas son:

- Guía del PMBOK® (6ta edición).
- Guía del PMBOK® (7ma edición).
- Libros y artículos referentes a la administración de proyectos.
- Manuales técnicos constructivos.
- Investigaciones, PFG o tesis de temas afines al tema desarrollado.

El resumen de las fuentes de información que se utilizaron en este proyecto se presenta en la Tabla 3:

**Tabla 3***Fuentes de información utilizadas*

Objetivos	Fuentes de Información	
	Primarias	Secundarias
1. Describir los procedimientos técnico-comerciales utilizados para el desarrollo de proyectos con el fin de detallar el contexto actual en que se ejecutan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas</li> <li>• Normativa institucional</li> <li>• Bases de datos institucionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Libros sobre administración de proyectos.</li> <li>• Revistas e informes de diferentes fuentes</li> <li>• Repositorio de base de datos de UCI</li> </ul>
2. Elaborar los procesos de inicio que incluyen el acta de constitución y el análisis de los involucrados del proyecto para hacer una descripción de alto nivel del proyecto y sus principales interesados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas</li> <li>• Reuniones</li> <li>• Normativa institucional</li> <li>• Bases de datos institucionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guía del PMBOK ® (6ta edición)</li> <li>• Guía del PMBOK ® (7ta edición)</li> <li>• Grupos de procesos: una guía práctica</li> <li>• Artículos de internet</li> <li>• Repositorio de base de datos de UCI</li> </ul>
3. Desarrollar los procesos de planificación del proyecto con el fin de estructurar su ejecución y definir las líneas base para el control del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas</li> <li>• Reuniones</li> <li>• Normativa institucional</li> <li>• Bases de datos institucionales</li> <li>• Indicadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guía del PMBOK ® (6ta edición)</li> <li>• Grupos de procesos: una guía práctica</li> <li>• Artículos de internet</li> <li>• Repositorio de base de datos de UCI</li> </ul>
4. Proponer procesos, procedimientos, técnicas y herramientas para la ejecución del Proyecto de manera que se logre el seguimiento de los procesos de planificación y los objetivos del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas</li> <li>• Reuniones</li> <li>• Normativa institucional</li> <li>• Bases de datos institucionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guía del PMBOK ® (6ta edición)</li> <li>• Grupos de procesos: una guía práctica</li> <li>• Artículos de internet</li> <li>• Repositorio de base de datos de UCI</li> </ul>

Objetivos	Fuentes de Información	
	Primarias	Secundarias
5. Diseñar los procesos, procedimientos, técnicas y herramientas de monitoreo y control, así como del cierre del proyecto, con el fin de determinar si se presentan desviaciones de las líneas base, revisar y regular el progreso y desempeño del proyecto, así como generar cambios al plan en caso de ser requerido, y se logre cerrar el proyecto de forma ordenada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas</li> <li>• Reuniones</li> <li>• Normativa institucional</li> <li>• Bases de datos institucionales</li> <li>• Estándares y métodos de control de calidad</li> <li>• Indicadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guía del PMBOK ® (6ta edición)</li> <li>• Grupos de procesos: una guía práctica</li> <li>• Artículos de internet</li> <li>• Repositorio de base de datos de UCI</li> </ul>
6. Implementar la metodología propuesta en un proyecto típico para demostrar su aplicabilidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bases de datos institucionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Artículos de internet</li> <li>• Repositorio de base de datos de UCI</li> </ul>
7. Proponer la estrategia de divulgación e implementación de la metodología para lograr su estandarización.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuniones</li> <li>• Normativa institucional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guía del PMBOK ® (6ta edición)</li> <li>• Artículos de internet</li> <li>• Repositorio de base de datos de UCI</li> </ul>

*Nota:* La Tabla 3 muestra las fuentes de información utilizadas, en correspondencia con cada objetivo, y según sean primarias o secundarias.

### 3.2 Métodos de Investigación

La palabra método está relacionada los pasos o camino que se siguen para alcanzar un objetivo o solucionar algún problema. En esta misma línea, los métodos de investigación pueden ser descritos como procedimientos organizados, lógicos y sistemáticos que se utilizan para la recolección de datos, el análisis de la información, la obtención de conclusiones y el alcance de resultados dentro de una investigación. Estos métodos conllevan una forma

planificada de trabajar y de llevar a cabo actividades y técnicas para alcanzar una meta específica.

Pimienta describe la metodología de la investigación como “el conjunto de métodos, modos de obrar o proceder con un orden determinado, usados en alguna disciplina científica establecida en la que se busca alcanzar un determinado conocimiento” (2018, p.39). Así mismo, el autor recalca la importancia de la aplicación ordenada y sistemática de todos los procedimientos de la investigación, con el fin de obtener resultados confiables y repetibles.

La metodología por llevar a cabo puede variar según el campo de estudio, ya que la elección de los métodos de investigación depende de la naturaleza de la pregunta de investigación, los objetivos planteados y los recursos disponibles.

En este Proyecto Final de Graduación se utilizaron los métodos de investigación que gracias a su sistematización, adaptabilidad y lógica en su desarrollo, permitieron cumplir con los objetivos y dar respuesta a la pregunta de investigación. Estos métodos se describen a continuación:

### **3.2.1 Método analítico-sintético**

Rodríguez & Pérez describen este método como “dos procesos intelectuales inversos que operan en unidad: el análisis y la síntesis” (2017). Dentro de dicha definición se considera el análisis como un procedimiento lógico que descompone un todo en sus componentes y que permite estudiar el comportamiento de cada parte. Se entiende entonces que durante la fase analítica de este Proyecto Final de Graduación se realizó un desglose del problema o fenómeno en sus componentes más pequeños, a través de la separación de datos y variables en componentes individuales para un análisis detallado y exhaustivo de cada uno de estos.

Con respecto al proceso sintético de la investigación, este implica el proceso inverso, en el cual se vuelven a combinar las partes previamente analizadas, con el fin de establecer

relaciones entre los componentes, descubrir características en común y establecer un proceso de simplificación y generalización. Es gracias a la ejecución de este proceso en la investigación realizada que se pudo comprender el panorama general de la aplicación de sistema constructivo y proponer así una metodología de aplicación segura y repetible. Para lograr este proceso, se llevaron a cabo acciones de observación, descripción, descomposición, enumeración, clasificación y orden de datos.

### **3.2.2 Análisis de casos**

En términos generales, Thomas describe el análisis de casos como una herramienta poderosa para explorar preguntas de investigación complejas y contextuales. Su enfoque se orienta hacia la creación de guías prácticas y accesibles para llevar a cabo estudios de casos de manera efectiva en el campo de la investigación cualitativa. Así mismo, el autor menciona en reiteradas ocasiones que el análisis de casos implica el estudio detallado y profundo de uno o varios casos individuales con el fin de comprender un fenómeno específico. Cada caso puede ser una persona, un grupo, una organización, o cualquier entidad que sea relevante para la investigación. El proceso de análisis de casos implica recopilar datos detallados sobre cada caso, examinar patrones y buscar conexiones y tendencias (2011).

Con respecto al presente Proyecto Final de Graduación, debido al campo de estudio, el análisis de casos se refiere a un enfoque metodológico que implicó el estudio detallado y exhaustivo del histórico de proyectos de la empresa, con el fin de extraer las mejores prácticas para el desarrollo de los grupos de procesos, técnicas y herramientas necesarias para la aplicación de la metodología propuesta. Este análisis implicó: recopilación de datos, análisis de indicadores de desempeños identificación de buenas prácticas y lecciones aprendidas, comprensión de contextos específicos y demás factores claves.

### **3.2.3 Método bibliográfico-documental**

Carbajal establece que “la investigación documental o bibliográfica es aquella que procura obtener, seleccionar, compilar, organizar, interpretar y analizar información sobre un objeto de estudio a partir de fuentes documentales, tales como libros, documentos de archivo, registros audiovisuales, entre otros.” (2020, p.7)

La investigación bibliográfica fue sumamente valiosa en el desarrollo de este PFG, ya que permitió contar con una base sólida de conocimiento, de distintas fuentes, con las que se logró comprender mejor el contexto y los procedimientos, las técnicas y herramientas que mejor se adaptaron a los distintos grupos de procesos del proyecto para garantizar que estos fueran ejecutados de manera correcta.

En la Tabla 4, se pueden apreciar los métodos de investigación utilizados para el desarrollo de los objetivos definidos para este proyecto.



Tabla 4

*Métodos de investigación utilizados*

Objetivos	Métodos de Investigación		
	Método analítico-sintético	Análisis de casos	Método bibliográfico-documental
1. Describir los procedimientos técnico-comerciales utilizados para el desarrollo de proyectos con el fin de detallar el contexto actual en que se ejecutan.	Se desglosó el proceso actual y se analizó cada uno de los procesos, los cuales posteriormente se sintetizaron en una metodología única que se evaluó en busca de mejoras.	Revisión de casos reales para exponer el proceso vigente	Revisión de la documentación que genera cada proyecto actualmente.
2. Elaborar los procesos de inicio que incluyen el acta de constitución y el análisis de los involucrados del proyecto para hacer una descripción de alto nivel del proyecto y sus principales interesados.	Descomposición de los procesos de inicio del proyecto para evaluarlos posteriormente de forma integral	Extracción de buenas prácticas ejecutadas en proyectos anteriores para complementar con nuevas técnicas y herramientas que fortalezcan el proceso de inicio.	Revisión de la información brindada en cada proyecto para el desarrollo del acta de constitución y registro de involucrados
3. Desarrollar los procesos de planificación del proyecto con el fin de estructurar su ejecución y definir las líneas base para el control del proyecto.	Descomposición de los procesos de planificación del proyecto para la definición de cada una de las líneas base para luego evaluar el proceso posteriormente de forma integral.	Extracción de buenas prácticas ejecutadas en proyectos anteriores para complementar con nuevas técnicas y herramientas que fortalezcan el proceso de planificación.	Revisión de referencias bibliográficas asociada a los grupos de procesos para la determinación de las herramientas y técnicas que faciliten su ejecución según PMI y otros autores.
4. Proponer procesos, procedimientos, técnicas y herramientas para la ejecución del Proyecto de manera que se logre el seguimiento de los procesos de planificación y los objetivos del proyecto.	Descomposición de los procesos de ejecución del proyecto para la determinación de los procedimientos, técnicas y herramientas necesarias para facilitar el desarrollo del proyecto.	Extracción de buenas prácticas ejecutadas en proyectos anteriores para complementar con nuevas técnicas y herramientas que fortalezcan el proceso de ejecución.	Revisión de referencias bibliográficas asociada a los grupos de procesos para la determinación de las herramientas y técnicas que faciliten su ejecución según PMI y otros autores.

Objetivos	Métodos de Investigación		
	Método analítico-sintético	Análisis de casos	Método bibliográfico-documental
5. Diseñar los procesos, procedimientos, técnicas y herramientas de monitoreo y control, así como del cierre del proyecto, con el fin de determinar si se presentan desviaciones de las líneas base, revisar y regular el progreso y desempeño del proyecto, así como generar cambios al plan en caso de ser requerido, y se logre cerrar el proyecto de forma ordenada.	Descomposición de los procesos de tanto de monitoreo y control como de cierre del proyecto para la determinación de los procedimientos, técnicas y herramientas necesarios para desarrollar estas actividades.	Extracción de buenas prácticas ejecutadas en proyectos anteriores para complementar con nuevas técnicas y herramientas que fortalezcan los procesos proceso de monitoreo y control, además del de cierre.	Revisión de referencias bibliográficas asociada a los grupos de procesos para la determinación de las herramientas y técnicas que faciliten su ejecución según PMI y otros autores
6. Implementar la metodología propuesta en un proyecto típico para demostrar su aplicabilidad.	Aplicación de la metodología propuesta en un proyecto real, donde se aplican y analizan cada uno de los grupos de procesos y se evalúa posteriormente la ejecución del proyecto completo.	Se estudian los resultados de la metodología propuesta en un caso real para medir y verificar el desempeño de este	Revisión y registro de los documentos generados de la ejecución del proyecto.
7. Proponer la estrategia de divulgación e implementación de la metodología para lograr su estandarización.	Se revisan las necesidades del equipo de trabajo para incorporar herramientas que permitan la implementación correcta de la metodología	Diseño de la propuesta de divulgación con técnicas y métodos de comunicación que hayan demostrado ser efectivos en casos similares.	Revisión de material bibliográfico sobre técnicas pedagógicas que faciliten la exposición y comprensión de la metodología desarrollada al resto del equipo

*Nota:* La Tabla 4 muestra los métodos de investigación utilizados, en correspondencia con cada objetivo.

### 3.3 Herramientas

Las herramientas son un conjunto de instrumentos que se utilizan en un determinado trabajo, con el fin de facilitar la recopilación de información, análisis, ejecución y entendimiento. El PMI las define como: “Algo tangible, como una plantilla o programa de software, utilizado al realizar una actividad para producir un producto o resultado” (2017, p. 714). Basado en lo anterior, las herramientas que se utilizaron para el desarrollo de este Proyecto Final de Graduación fueron:

- Listas de verificación: “Una lista de verificación es una herramienta utilizada para organizar tareas y verificarlas fácilmente. Fueron diseñadas para reducir errores y garantizar la coherencia e integridad en el cumplimiento de procesos” (Melo, 2021). Estas herramientas son diseñadas para la realización y verificación de tareas repetitivas en los proyectos y fueron utilizadas en los proyectos para la estandarización y cumplimiento del método constructivo propuesto.
- Entrevistas: estas según Hernández son “una reunión para conversar e intercambiar información entre una persona (el entrevistador) y otra (el entrevistado) u otras (entrevistados)” (2018, p. 418). Con esta herramienta se logró establecer la comunicación para la construcción conjunta entre las partes de temas relevantes para el desarrollo de la metodología.
- Análisis de alternativas: esta herramienta, tal como se describe en la Guía del PMI “se utiliza para seleccionar las acciones correctivas o una combinación de acciones correctivas y preventivas a implementar cuando ocurre una desviación” (2017, p. 111). Con esta herramienta se logró estudiar las posibles soluciones que se pueden implementar en un proyecto en caso de que se tengan atrasos o inconvenientes en su desarrollo.

- Análisis de procesos: forma parte de las herramientas de análisis de datos que permite la identificación de oportunidades para mejora de los procesos (PMI, 2017, p. 292). Con ella se analizaron los grupos de procesos, así como el proceso constructivo y se identificaron mejoras en estos para poder la optimizar el uso del sistema tipo emparedado con malla tridimensional con relleno de poliestireno.
- Retroalimentación: es una herramienta de comunicación que permite exponer la evaluación sobre el desarrollo de una tarea asignada. (CICAP, 2017). El uso de la retroalimentación promueve la comunicación activa entre el director del proyecto, el equipo y todos los demás interesados en el proyecto con el fin de poder terminar el proyecto de forma exitosa.
- Presentaciones: estas representan la entrega formal de información y/o documentación de forma clara y efectiva a los interesados del proyecto. (PMI, 2017, 384). Con esta herramienta se expuso la metodología desarrollada para su implementación en nuevos proyectos.
- Juicio de expertos: como lo indica Lledó el juicio de expertos representa “experiencia proporcionada por personas con conocimientos especializados” (2018, p.89). basado en el criterio de expertos se complementó la guía desarrollada con el fin de optimizar los procesos que en ella se detallan.
- Gestión de la información: las técnicas de gestión de información “se utilizan para crear y conectar a las personas con la información. Son efectivas para compartir conocimiento explícito simple, inequívoco y codificado” (PMI, 2017, p. 103). Con ella logró compartir la información de los distintos grupos de proceso, así como promover la metodología propuesta para su implementación en futuros proyectos.
- Reuniones: esta herramienta se utilizó en las distintas fases de desarrollo del trabajo para reunir a diversos involucrados y así abordar temas de interés y poder resolver los

conflictos encontrados, referente a la dirección y gestión de este, tal como lo indica la Guía del PMI (2017, p. 95)

- Capacitación: estas representan todas las actividades diseñadas para mejorar las competencias de los miembros del equipo del proyecto. (PMI, 2017, p. 342). Esta herramienta se utilizó para el desarrollo del método constructivo con el personal de campo, así como con la implementación de la metodología propuesta en por este PFG por parte del equipo técnico encargado de la inspección de las obras.

En la Tabla 5, se definen las herramientas utilizadas para cada objetivo propuesto.

**Tabla 5**

*Herramientas utilizadas*

Objetivos	Herramientas
1. Describir los procedimientos técnico-comerciales utilizados para el desarrollo de proyectos con el fin de detallar el contexto actual en que se ejecutan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión de la información, análisis de procesos, entrevistas, gestión de información.</li> </ul>
2. Elaborar los procesos de inicio que incluyen el acta de constitución y el análisis de los involucrados del proyecto para hacer una descripción de alto nivel del proyecto y sus principales interesados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas, análisis de procesos, juicio de expertos, reuniones, gestión de la información.</li> </ul>
3. Desarrollar los procesos de planificación del proyecto con el fin de estructurar su ejecución y definir las líneas base para el control del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas, análisis de alternativas, análisis de procesos, retroalimentación, juicio de expertos, reuniones, gestión de la información.</li> </ul>
4. Proponer procesos, procedimientos, técnicas y herramientas para la ejecución del Proyecto de manera que se logre el seguimiento de los procesos de planificación y los objetivos del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listas de verificación, análisis de alternativas, análisis de procesos, retroalimentación, juicio de expertos, reuniones, capacitaciones, gestión de la información.</li> </ul>

Objetivos	Herramientas
5. Diseñar los procesos, procedimientos, técnicas y herramientas de monitoreo y control, así como del cierre del proyecto, con el fin de determinar si se presentan desviaciones de las líneas base, revisar y regular el progreso y desempeño del proyecto, así como generar cambios al plan en caso de ser requerido, y se logre cerrar el proyecto de forma ordenada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listas de verificación, entrevistas, análisis de alternativas, retroalimentación, juicio de expertos,</li> </ul>
6. Implementar la metodología propuesta en un proyecto típico para demostrar su aplicabilidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listas de verificación, presentaciones, retroalimentación, capacitaciones, gestión de la información.</li> </ul>
7. Proponer la estrategia de divulgación e implementación de la metodología para lograr su estandarización.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuniones, retroalimentación, presentaciones, capacitaciones, gestión de la información.</li> </ul>

*Nota:* La Tabla 5 muestra las herramientas utilizadas, en correspondencia con cada objetivo.

### 3.4 Supuestos y restricciones

Los supuestos según Fingermann “son algo que es tenido por certero, aun cuando no haya sido probado. Son las premisas en las que se basan los razonamientos lógicos” (2021). En esa línea Betancourt indica que los supuestos son todas aquellas condiciones o factores suficientes para garantizar el éxito del proyecto en todos sus niveles. Sin embargo, no se tiene control sobre estas premisas por el equipo, por lo que se asumen como cierto. (2017).

Por otro lado, las restricciones son “factor limitante que afecta la ejecución de un proyecto o proceso” (PMI, 2017, p. 724). Lledó indica que en la actualidad hay más de las tres restricciones típicamente conocidas como lo eran alcance, tiempo y costo; ahora estas incluyen adicionalmente calidad, recursos y riesgos, para tener en total seis tipos de restricciones (2017, p. 42)

Adicionalmente, la Guía del PMBOK indica que el registro tanto de supuestos como de restricciones se debe hacer a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto (2017, p.81). Los

supuestos y restricciones, y su relación con los objetivos del proyecto final de graduación, se ilustran en la Tabla 6, a continuación.

Tabla 6

*Supuestos y restricciones*

Objetivos	Supuestos	Restricciones
1. Describir los procedimientos técnico-comerciales utilizados para el desarrollo de proyectos con el fin de detallar el contexto actual en que se ejecutan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se cuenta con el apoyo de la presidencia de la empresa para la ejecución del trabajo</li> <li>• La información sobre los procedimientos actuales está disponible.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La disponibilidad de los expertos a entrevistar es limitada.</li> </ul>
2. Elaborar los procesos de inicio que incluyen el acta de constitución y el análisis de los involucrados del proyecto para hacer una descripción de alto nivel del proyecto y sus principales interesados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se cuenta con la información necesaria para el desarrollo del acta de constitución y el análisis de involucrados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay claridad en la información recibida que permita definir claramente el alcance del sistema constructivo en el proyecto a ejecutar.</li> </ul>
3. Desarrollar los procesos de planificación del proyecto con el fin de estructurar su ejecución y definir las líneas base para el control del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La información necesaria para el establecimiento de las líneas base están disponibles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diferencia de opiniones para estandarizar los procesos, procedimientos, técnicas y herramientas necesarias.</li> </ul>
4. Proponer procesos, procedimientos, técnicas y herramientas para la ejecución del Proyecto de manera que se logre el seguimiento de los procesos de planificación y los objetivos del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se cuenta con la experiencia y el conocimiento sobre el proceso constructivo que permita el desarrollo de procesos, procedimientos, técnicas y herramientas para la correcta ejecución de la obra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diferencia de opiniones para estandarizar los procesos, procedimientos, técnicas y herramientas necesarias.</li> </ul>



Objetivos	Supuestos	Restricciones
5. Diseñar los procesos, procedimientos, técnicas y herramientas de monitoreo y control, así como del cierre del proyecto, con el fin de determinar si se presentan desviaciones de las líneas base, revisar y regular el progreso y desempeño del proyecto, así como generar cambios al plan en caso de ser requerido, y se logre cerrar el proyecto de forma ordenada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se cuenta con la experiencia y el conocimiento sobre el proceso constructivo que permita el desarrollo de procesos, procedimientos técnicas y herramientas para el seguimiento y control de calidad en el proyecto.</li> <li>• Se tiene acceso a las cantidades de materiales utilizados, propios del sistema en el proyecto que permiten el cálculo de desempeño y rendimientos e indicadores para realizar el cierre del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La disponibilidad de los expertos a entrevistas es limitada.</li> <li>• Diferencia de opiniones para estandarizar los procesos, procedimientos, técnicas y herramientas necesarias.</li> </ul>
6. Implementar la metodología propuesta en un proyecto típico para demostrar su aplicabilidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay un proyecto en ejecución que permita la aplicación de la metodología desarrollada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diferencia de opiniones para la implementación de los procesos, procedimientos, técnicas y herramientas necesarias.</li> </ul>
7. Proponer la estrategia de divulgación e implementación de la metodología para lograr su estandarización.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se cuenta con los tiempo, espacio y recursos tecnológicos para el desarrollo de detalles constructivos, presentaciones y demás elementos necesarios para la divulgación de la metodología desarrollada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La disponibilidad para entrevistas de expertos en comunicación que brinden técnicas y herramientas que faciliten la divulgación de la metodología es limitada.</li> </ul>

*Nota:* La Tabla 6 muestra supuestos y restricciones utilizadas en correspondencia con cada objetivo.

### 3.5 Entregables

De acuerdo con el Project Management Business Centre, los entregables de un proyecto son el resultado que se obtiene al finalizar cada una de las fases dentro del proyecto, los cuales deben cumplir con la planificación pactada entre el cliente y el equipo de gestión del proyecto. Tanto respecto a los procesos a realizar como a los objetivos de cada etapa y se pueden clasificar como tangibles o intangibles. (PMBC, 2023).

Adicionalmente, Stsepanets comenta que “ un proyecto es una actividad con límites en tiempo y recursos que se inicia para lograr un objetivo. Para conseguirlo, se producen ciertos resultados que juntos forman parte de este gran objetivo. Estos son los entregables” (2022). Por tanto, los entregables del proyecto son los resultados de las investigaciones realizadas que le aportan valor y contribuyen al resultado final del proyecto. En la Tabla 7, se definen los entregables para cada objetivo propuesto.

**Tabla 7**

#### *Entregables*

Objetivos	Entregables
1. Describir los procedimientos técnico-comerciales utilizados para el desarrollo de proyectos con el fin de detallar el contexto actual en que se ejecutan. 2. Elaborar los procesos de inicio que incluyen el acta de constitución y el análisis de los involucrados del proyecto para hacer una descripción de alto nivel del proyecto y sus principales interesados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Informe de situación actual: descripción de los procesos de análisis, ejecución e inspección de obra que se realizan en los proyectos.</li> <li>Acta de constitución del proyecto: documento descriptivo sobre la definición del proyecto en análisis a un alto nivel.</li> <li>Análisis de involucrados: identificación y análisis de los interesados para determinar su influencia y poder asociado al proyecto en desarrollo.</li> </ul>

Objetivos	Entregables
3. Desarrollar los procesos de planificación del proyecto con el fin de estructurar su ejecución y definir las líneas base para el control del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesos de planificación que sirvieron de guía para la definición de la definición de las líneas base del alcance, cronograma y presupuesto, así como la correcta estructuración para la ejecución del proyecto.</li> </ul>
4. Proponer procesos, procedimientos, técnicas y herramientas para la ejecución del Proyecto de manera que se logre el seguimiento de los procesos de planificación y los objetivos del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de capacitación para la instalación del sistema constructivo: proceso de formación para personal de campo y responsables de la obra para el adecuado proceso constructivo del sistema constructivo.</li> <li>• Técnicas y herramientas: definición de procesos y herramientas para la ejecución e inspección de la obra.</li> </ul>
5. Diseñar los procesos, procedimientos, técnicas y herramientas de monitoreo y control, así como del cierre del proyecto, con el fin de determinar si se presentan desviaciones de las líneas base, revisar y regular el progreso y desempeño del proyecto, así como generar cambios al plan en caso de ser requerido, y se logre cerrar el proyecto de forma ordenada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnicas y herramientas: definición de procesos y herramientas para el control de calidad</li> <li>• Procedimientos para la verificación de control de calidad del sistema, sus componentes y colocación en obra.</li> <li>• Indicadores de desempeño: definición y cálculo de indicadores claves tanto del desempeño de la mano de obra como de los materiales. Además, los indicadores referentes a los controles de calidad.</li> <li>• Medidas preventivas y correctivas: definición e implementación de las medidas necesarias para asegurar la correcta ejecución de la obra.</li> <li>• Informe de cierre del proyecto: Resumen de información del proyecto y su ejecución, donde se incluya el registro de lecciones aprendidas Además de su registro como lecciones aprendidas.</li> </ul>
6. Implementar la metodología propuesta en un proyecto típico para demostrar su aplicabilidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe de aplicación de metodología: incluye el uso y aplicación de los procedimientos, técnicas y herramientas desarrollados en esta metodología y aplicados a un caso real.</li> </ul>
7. Proponer la estrategia de divulgación e implementación de la metodología para lograr su estandarización.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de capacitación: estrategia de capacitación al personal técnico para la implementación de la metodología propuesta en nuevos proyectos, donde se destaquen los procesos, técnicas, herramientas ventajas obtenidas.</li> </ul>

*Nota:* La Tabla 7 muestra los entregables del proyecto, en correspondencia con cada objetivo.

## **4 Desarrollo**

Con el desarrollo de este trabajo se pretende establecer una metodología estandarizada bajo los lineamientos, procesos y herramientas del PMI. Esta institución define una metodología como “un sistema de prácticas, técnicas, procedimientos y reglas utilizado por quienes trabajan en una disciplina” (PMI, 2017, p2).

Para iniciar y con el fin de contextualizar el desarrollo de este trabajo, a continuación, se describe el proceso actual por el que pasan los proyectos, desde la presentación del sistema constructivo por parte de los representantes de ventas a los clientes interesados, así como la asesoría técnica previa a su inicio. Una vez que el cliente interesado acepta la oferta presentada se dará inicio a un nuevo proyecto, para el cual se describen y desarrollan los procedimientos, técnicas y herramientas que se ejecutan para llevarlo a cabo.

Posteriormente se desarrollan los lineamientos, listas de verificación, tablas y demás herramientas basadas en las buenas prácticas para la administración de proyectos que promueve el PMI para cada uno de los cinco grupos de procesos con los cuales el departamento técnico de GSQ puede llevar a cabo una adecuada gestión de proyecto, enfocado específicamente en aquellos que utilicen el sistema MKS.

### **4.1 Descripción del proceso actual para el desarrollo de proyectos**

El desarrollo de proyectos con el sistema MKS tiene distintos ejes de trabajo, entre los cuales destaca principalmente las interacciones entre las labores comerciales por parte del departamento de ventas y la asistencia y asesoría por parte del departamento de Servicio Técnico, todo con el fin de poder brindarle una solución constructiva atractiva y económicamente viable, así como el debido acompañamiento a los clientes interesados en el sistema.

El área comercial, compuesta por un gerente y sus representantes de ventas, quienes, dada la afinidad del puesto con el área de construcción, son profesionales en el área de Arquitectura e Ingeniería Civil. Ellos se encargan de visitar y atender a los clientes que muestran interés en construir con este sistema constructivo, para lo cual el vendedor se encarga inicialmente de presentar el sistema, sus componentes, el proceso constructivo y las ventajas que podrían obtenerse si se utiliza. Además, expone los productos y servicios ofrecidos, la trayectoria de la empresa y la garantía que esta brinda en el desarrollo del proyecto.

También, al ser el vendedor el contacto directo con el cliente, este se encarga de elaborar y presentar las ofertas necesarias, atender y gestionar las consultas tanto del cliente como de los distintos profesionales involucrados en el proceso y da el seguimiento necesario con el fin de cerrar la venta.

Una vez que el cliente aprueba la oferta, el representante de ventas gestiona los pedidos, tramita las facturas y la producción correspondientes y coordina las entregas según el avance de la obra. Además, durante el proceso de ejecución, atiende las solicitudes, órdenes de cambio o créditos necesarios y brinda el servicio post venta para poder garantizar la satisfacción del cliente.

Por otro lado, se tiene al departamento de Servicio Técnico que reporta directamente a la Gerencia Técnica y está compuesto por ingenieros civiles, arquitectos, presupuestistas y asesores técnicos, quienes se encargan de revisar los planos, analizar la viabilidad técnica del proyecto, recomendar y especificar los materiales según los distintos códigos de diseño y análisis estructurales necesarios, cuantificar y presupuestar los materiales como paneles, mallas de refuerzo y el mortero necesario para su construcción, según el análisis detallado de los planos brindados por el cliente.

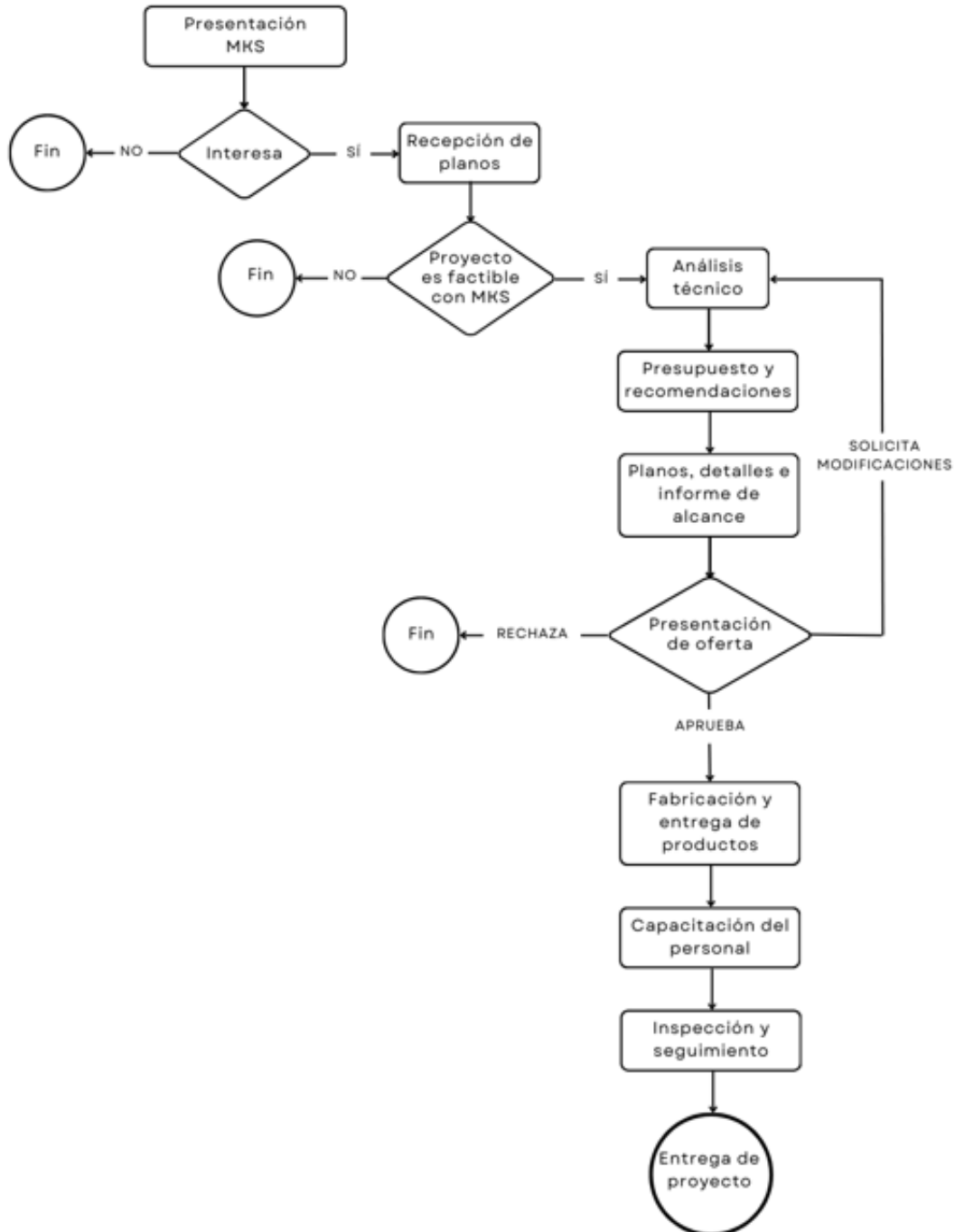
Adicionalmente, trabajan con el profesional responsable de la obra para aclarar cualquier aspecto técnico que pueda surgir en el proceso.

En cuanto la obra se aprueba y se pone en marcha la construcción, el Asesor Técnico encargado del proyecto capacita al personal encargado de la construcción de la obra en temas referentes al proceso constructivo asociado al sistema constructivo, la colocación correcta de los refuerzos necesarios, y la proyección y acabado del mortero. Además, realiza visitas de seguimiento para fiscalizar que los procedimientos constructivos detallados al inicio de la obra con el fin de asegurar que sean los indicados y se ejecuten de forma correcta. También elabora los informes técnicos de cada visita donde se indica las labores realizadas, los detalles por mejorar, con el fin que se realicen las correcciones correspondientes en caso de ser necesario, y otra información que considere necesario. Por último, se encarga de realizar el cierre del proyecto, una vez que el personal de campo concluye satisfactoriamente las labores asociadas al uso del sistema constructivo, específicamente la instalación de los paneles, mallas de refuerzo y el mortero con que se repellan.

El proceso descrito anteriormente puede llegar a ser iterativo dada las necesidades de los distintos involucrados durante el proceso, por lo que la coordinación y apertura entre los distintos equipos de trabajo es altamente necesario. La siguiente figura representa los distintos procedimientos necesarios desde la presentación inicial del sistema constructivo al cliente hasta el cierre del proyecto.

Figura 11

*Procedimiento para la elaboración de proyectos con el sistema MKS*



*Nota.* El diagrama de flujo muestra el proceso técnico-comercial que se lleva a cabo para la elaboración de proyectos con el sistema MKS.

El desarrollo de los siguientes apartados tiene como objetivo proponer el plan de gestión del proyecto una vez que el cliente aprueba la propuesta presenta y se procede con la contratación del sistema, con el fin de estandarizar el accionar de los responsables de la asesoría técnica por parte de GSQ.

## **4.2 Grupo de procesos de inicio**

El grupo de procesos de inicio de un proyecto según el PMI son aquellas actividades que se realizan para definir un nuevo proyecto o una nueva fase de uno existente y se realizan a partir del momento en que se obtiene la autorización formal de dicho proyecto. Al ejecutarlos se alinean las expectativas de los interesados y el desarrollo del proyecto para así poder informar sobre el alcance, objetivos, participación y responsabilidades de cada involucrado.

El PMI identifica dos procesos en esta etapa: el desarrollo del Acta de Constitución del Proyecto y la identificación de los interesados. El desarrollo de estos procesos permite definir los objetivos del proyecto, el alcance inicial y los recursos necesarios. Además, se nombra al director de proyecto e identifica a los interesados y su participación en las distintas fases. Esto permite alinear los objetivos estratégicos tanto de los interesados como los de la organización ejecutora.

### **4.2.1 Acta de constitución del proyecto**

Para dar inicio al proyecto es necesario la elaboración de un documento formal que detalle en un alto nivel la información más relevante asociada a este, dicho documento debe ser el Acta de Constitución del Proyecto. Tal como lo indica Lledó este documento formaliza el comienzo del proyecto y en ella se nombra al director del proyecto (2017, p.95). Adicionalmente, el PMI indica que la elaboración del Acta de Constitución del Proyecto “es el proceso de desarrollar un documento que autoriza formalmente la



existencia de un proyecto y confiere al director de proyecto la autoridad para asignar los recursos de la organización a las actividades del proyecto” (2017, p 75).


Por lo tanto, una vez que el cliente aprueba la oferta, presenta y decide construir su proyecto con el sistema MKS, se debe desarrollar el Acta de Constitución para ese proyecto. En este documento se registra información básica como fecha, tipo de proyecto y los grupos de procesos que intervienen en su construcción, además la posible fecha de inicio y su duración. En ella también se definen los objetivos del proyecto, su justificación, la descripción preliminar del alcance y los entregables, supuestos, restricciones, riesgos preliminares, el presupuesto, el cronograma y los interesados. Este documento debe ser elaborado por el asesor técnico y aprobado por el Director del Proyecto y este utiliza herramientas como el juicio de experto y la recolección de datos para poder desarrollarlo adecuadamente. Adicionalmente, gracias a una estimación paramétrica, basada en los rendimientos obtenidos en proyectos anteriores se podrá estimar el cronograma de la obra

La elaboración de este documento permite alinear los objetivos estratégicos de la compañía junto con los del cliente y así poder desarrollar el proyecto con éxito. Además, permite definir específicamente el alcance del proyecto y los criterios de aceptación. Puede definir explícitamente cuales son los roles del director de proyecto, el asesor técnico y el presupuestista que estarán involucrados. Todo esto sirve para formalizar el inicio del nuevo proyecto, donde se resume la información relevante y así poder formalizar los requerimientos en un documento aprobado por ambas partes, el DP y el cliente.

La siguiente figura muestra la propuesta de Acta de Constitución para la elaboración de proyectos constructivos con el sistema MKS.

Figura 12

Acta de Constitución de Proyecto

<b>GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN</b>					
<b>ACTA DE CONSTITUCIÓN DE PROYECTO</b>					
					
<b>Fecha de acta</b>					
<b>Nombre del proyecto</b>					
<b>Tipo de proyecto</b>					
<b>Grupos de proceso</b>					
<b>Área de aplicación</b>					
<b>Fecha tentativa de inicio</b>		<b>Fecha tentativa de finalización</b>		<b>Duración</b>	
<b>Objetivos del proyecto</b>					
Objetivo general:					
Objetivos específicos:					
<b>Justificación del proyecto</b>					
<b>Descripción del proyecto</b>					
<b>Supuestos</b>					
<b>Restricciones</b>					
<b>Identificación de riesgos</b>					
<b>Recursos y presupuesto general</b>					
<b>Entregable</b>	<b>Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
				<b>TOTAL</b>	

<b>Cronograma de hitos</b>	
Nombre del hito	Fecha de fin
<b>Información histórica relevante</b>	
<b>Identificación de interesados</b>	
<b>Director del proyecto</b>	
<b>Cliente</b>	

*Nota.* Propuesta de Acta de Constitución para nuevos proyectos a construirse con el sistema MKS. Basado en formato de Acta de constitución aportado por la UCI para el curso de SG.

#### **4.2.2 Identificar a los interesados**

En los proyectos de construcción existe un gran número de personas interesadas en su ejecución, que pueden verse afectadas positiva o negativamente, de modo que es de vital importancia lograr identificarlos oportunamente, ya que esto permite al DP y al equipo de trabajo conocer las expectativas que puedan tener y así poder planear la estrategia adecuada para lograr la satisfacción de ellos. Este proceso corresponde a la identificación de los involucrados, el cual consiste en “identificar periódicamente a los interesados del proyecto, así como de analizar y documentar información relevante relativa a sus intereses, participación, interdependencias, influencia y posible impacto en el éxito del proyecto” (PMI, 2017, p. 507)

Al realizar la identificación de los interesados el asesor técnico puede analizar el nivel de involucramiento, la función de cada uno de ellos, el nivel de poder y el interés que

estos tienen en que el proyecto se lleve a cabo, de modo que la estrategia que se elija sea la ideal para cada proyecto. Esto lo realiza tan pronto se desarrolle el Acta de Constitución del Proyecto.

Por lo general para este tipo de proyectos lo interesados serán: el cliente, el constructor, el profesional responsable de la obra, el diseñador, el director del proyecto (DP), el asesor técnico y el representante comercial; sin embargo, esto no limita que se puedan identificar otros involucrados en el desarrollo de la construcción.

Para llevar a cabo la identificación y análisis de los interesados el asesor técnico se basa en el criterio de experto que ha desarrollado a partir de proyectos anteriores y puede utilizar herramientas como reuniones, cuestionarios, tormenta de ideas. Con la información recabada se desarrolla la matriz Poder-Interés tomando una escala de cero a cinco, donde cero representa el valor más bajo de poder o de interés, mientras que cinco representa el valor más alto y así poder tener una representación gráfica, fácil de visualizar de todos los interesados en el proyecto y así poder definir a quienes debe monitorear, involucrar, atraer o informar sobre el desarrollo del proyecto.

También es importante documentar la posición del interesado respecto al desarrollo del proyecto con el sistema constructivo MKS, para esta clasificación se tienen tres opciones: a favor, neutral y en contra.

La siguiente figura muestra la propuesta de formulario para la identificación de involucrados que debe realizar el DP en cada construcción que se ejecute con el sistema constructivo MKS.

Figura 13

*Identificación y análisis de interesados*

GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN					MKS <sup>SUR</sup>
IDENTIFICACIÓN DE INTERESADOS					
Fecha					
Nombre del proyecto					
Identificación de interesados					
Nombre del Interesado	Función	Posición	Poder	Interés	
Interesado 1					
Interesado 2					
Matriz Poder-Interés					
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p style="text-align: center;">Matriz Poder-Interés</p> <p style="text-align: center;">Bajo <span style="margin-left: 150px;">Interés</span> <span style="margin-left: 150px;">Alto</span></p> <p style="text-align: center;"> <span style="color: grey;">●</span> Interesado 1              <span style="color: blue;">■</span> Interesado 2              <span style="color: orange;">●</span> Interesado 3              <span style="color: yellow;">●</span> Interesado 4              <span style="color: blue;">●</span> Interesado 5              <span style="color: green;">◆</span> Interesado 6         </p> </div>					
Asesor técnico					
Director del proyecto					

*Nota.* Propuesta de Identificación de interesados para nuevos proyectos a construirse con el sistema MKS.

La información recabada y resumida en la figura anterior le permite al asesor técnico identificar a los interesados principales del proyecto y así poder comprender la afectación o beneficio que este tendrá en ellos, le permite anticipar sus necesidades y gestionar sus expectativas con el fin de maximizar su apoyo hacia el proyecto. Adicionalmente permite establecer una comunicación efectiva entre los principales involucrados.

### **4.3 Grupo de procesos de planificación**

El grupo de procesos de planificación es una parte fundamental en la gestión de proyectos ya que permite establecer una base sólida que guíe los grupos de procesos posteriores. “El Grupo de Procesos de Planificación está compuesto por aquellos procesos que establecen el alcance total del esfuerzo, definen y refinan los objetivos y desarrollan la línea de acción requerida para alcanzar dichos objetivos” (PMI, 2017, p.565). Por lo tanto, es aquí cuando se desarrollan los componentes para el plan para la dirección del proyecto, bajo un proceso de refinamiento continuo e iterativo.

Este grupo de procesos tiene diversos procesos en las distintas áreas del conocimiento y permite definir la línea de acción necesaria para lograr concluir el proyecto con éxito. Adicionalmente, la planificación inicial aprobada se considera como la línea base del proyecto, lo cual es trascendental para la ejecución, monitoreo y control del proyecto.

En los siguientes apartados se especifican los procesos, técnicas y herramientas de las distintas áreas del conocimiento con que cuenta el departamento técnico para la planificación de la asesoría técnica necesaria que requiere una construcción con el sistema constructivo MKS.

### **4.3.1 Procesos de planificación para la gestión del alcance**

La gestión del alcance de un proyecto se encarga de definir el trabajo que es requerido para que este sea concluido con éxito y a satisfacción por sus interesados. La etapa de planificación de la gestión del alcance está compuesta por cuatro procesos: planificar la gestión del alcance, recopilar requisitos, definir el alcance y crear la EDT.

Al realizar la planificación del alcance se evitan cambios no controlados y definen los límites del trabajo. Esto permite al equipo de trabajo planificar las labores necesarias para poder cumplir con los requisitos y las expectativas de los distintos interesados.

Este grupo de procesos se describen en los siguientes apartados y se detallan las distintas herramientas y entregables que se ejecutan para poder llevar a cabo un proyecto de asesoramiento técnico para construcciones que se realicen con el sistema constructivo MKS.

#### **4.3.1.1 Planificar la gestión del alcance**

Planificar la Gestión del Alcance consiste en los procesos necesarios para definir explícitamente el alcance del proyecto y detalla cómo es validado y controlado dicho alcance; esto permite la creación de una guía clara sobre el alcance del proyecto en sus distintas etapas.

Este proceso inicia el plan de gestión de alcance del proyecto en los procesos de planeación, que permite establecer la estructura para definir el enunciado del alcance del proyecto, la creación de la EDT, como se revisan y aprueban los entregables. Además, en él se define la línea base del alcance.

Para ejecutarlo el asesor técnico debe analizar en detalle la documentación establecida en el acta de constitución y basado en la experiencia desarrollada en proyectos anteriores, debe definir cuáles serán las labores y entregables que debe

ejecutar para así poder delimitar de forma eficiente el alcance del proyecto y poder asegurar una ejecución exitosa. Al realizar este proceso de forma efectiva, previene la corrupción del alcance.

Con la información recabada en este proceso se desarrolla el plan de gestión del alcance donde el técnico detalla el proceso para elaborar el enunciado del alcance de proyecto, la EDT y como se verifican y aprueban los entregables del proyecto.

#### **4.3.1.2 Recopilación de requisitos**

El proceso de recopilar requisitos corresponde a determinar, documentar y gestionar las necesidades y los requisitos de los interesados para cumplir con los objetivos del proyecto. Al realizar la recopilación de requisitos se logra definir clara y explícitamente la base para el alcance del proyecto (PMI, 2017, p.138).

Para ello se requiere que el asesor técnico encargado realice la revisión de los documentos correspondientes al proyecto, iniciando por los planos del proyecto, el presupuesto de los materiales asociados a MKS, la orden de compra y los detalles constructivos desarrollados para dicha construcción, de modo que conozca la distribución, su magnitud, si existirá un sistema de marcos principal o bien si el MKS será el sistema portante y los elementos constructivos como paredes, entrepiso, escaleras y/o techo que se harán con el sistema, así como los detalles necesarios que debe revisar durante su ejecución. Posteriormente, debe verificar el manual del sistema constructivo para determinar el procedimiento constructivo a seguir. Por último, debe confirmar el cumplimiento de los detalles constructivos con los distintos códigos de diseño como lo puede ser el Código Sísmico de Costa Rica o bien las especificaciones técnicas del ingeniero estructural responsable de la obra de modo que pueda recopilar los requisitos necesarios basándose en el análisis de datos y en su juicio como experto del sistema



constructivo. La figura 14 muestra la propuesta de plantilla para el proceso de recopilar los requisitos.

**Figura 14**

*Plantillas para el proceso de recopilar los requisitos*

<b>GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN</b>			
<b>PLAN DE GESTIÓN DEL ALCANCE</b>			
Fecha			
Nombre del proyecto			
Recopilación de requisitos			
Documento	Datos		Observaciones
Planos	m <sup>2</sup> de construcción		
	Uso del sistema (Estructural/Cerramiento)		
Presupuesto del proyecto	Monto presupuestado		
	m <sup>2</sup> de MKS		
	€/m <sup>2</sup> de MKS		
	€/m <sup>2</sup> de construcción (MKS)		
Detalles constructivos	Tipo y espesor de panel		
	Tipo y espesor de mortero		
	Detalles constructivos adicionales		
Manual de diseño de MKS	Procedimiento constructivo		
Código Sísmico de Costa Rica	Diseño simplificado		
	Diseño formal		

*Nota.* La figura muestra la plantilla que forma parte del plan de gestión del alcance para el proceso de recopilar los requisitos para nuevos proyectos a construirse con el sistema MKS.

Otro documento de gran utilidad en este proceso es la matriz de trazabilidad de requisitos. Este documento permite relacionar los requisitos del proyecto con los entregables y a la vez como estos aportan valor a los objetivos. De acuerdo con el PMI la matriz de trazabilidad “es una cuadrícula que vincula los requisitos del producto desde su origen hasta los entregables que lo satisfacen” (2017, p. 147).

La implementación de la matriz de requisitos permite rastrear los requisitos a lo largo del ciclo de vida del proyecto y garantizar que los requisitos se cumplan, visualizar de forma rápida y efectiva el estado en que se encuentran los requisitos y optimizar el trabajo para asegurar el cumplimiento del alcance definido.

En este documento el asesor técnico encargado del proyecto registra la información iniciando por un ID de identificación de requisito, el requisito que se desarrolla, una breve descripción del requisito que facilite la comprensión de lo que se desarrolla, el objetivo que se espera se cumpla al realizar ese requisito, el entregable al que se asocia, el criterio de aceptación que debe cumplir y el estado en que se encuentra. Este último atributo puede estar entre los siguientes estados: pendiente, en proceso, cancelado o completado.

En la figura 15 se muestra la propuesta para la matriz de requisitos para el desarrollo de proyectos que se construyan con el sistema MKS. Estos procesos implican el involucramiento del asesor técnico previo al arranque de la construcción para que recopile y conozca a fondo los detalles y requisitos necesarios y así poder relacionarlos con los objetivos propios del proyecto para poder brindar una adecuada asesoría.

Figura 15

Matriz de trazabilidad de requisitos para el plan de gestión del alcance

GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN								
PLAN DE GESTIÓN DEL ALCANCE								
Fecha de elaboración								
Fecha de corte (Estado)								
Nombre del proyecto								
Matriz de trazabilidad de requisitos								
ID	Requisito	Descripción	Objetivo	Entregable EDT	Criterio de aceptación	Responsable	Estado	Observaciones



Nota. La figura muestra la plantilla para la matriz de trazabilidad de requisitos para nuevos proyectos de asesoría en construcciones con el sistema MKS. Basado en el gráfico 5-7. Ejemplo de una Matriz de Trazabilidad de Requisitos (PMI, 2017, p.149).

#### **4.3.1.3 Definir el alcance**

El proceso de definir el alcance consiste en desarrollar una descripción detallada del proyecto y producto, servicio o entregable contratado. Con este proceso se elabora el enunciado del alcance del proyecto, el cual permite brindar una descripción del alcance completo de lo que se incluye y lo que se excluye del proyecto, así como de los principales entregables y se va enriqueciendo a medida que se recopilan más requisitos asociados al desarrollo del proyecto, por lo que este proceso es iterativo.

Una adecuada definición del alcance permite establecer claramente los límites del proyecto y así poder controlar las expectativas e involucramiento de los interesados. Además, permite la planificación efectiva de recursos y evitar así retrasos y sobrecostos en el proyecto.

Para el desarrollo de los proyectos que realiza el departamento de Servicio Técnico, el asesor técnico debe realizar el enunciado del proyecto en el que incluye la descripción del alcance la cual se centra en el servicio, asesoría y acompañamiento para que las construcciones que usan el sistema MKS se desarrollen correctamente, los entregables, los criterios de aceptación de estos entregables y las exclusiones del proyecto. En la siguiente figura se muestra la plantilla asociada al proceso de definir el alcance que se utiliza como parte del desarrollo del plan de gestión del alcance.

Figura 16

*Plantillas para el proceso de definir el alcance*

<b>GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN PLAN DE GESTIÓN DEL ALCANCE</b>		
<b>Enunciado del alcance del proyecto</b>		
<b>Entregables del proyecto</b>	<b>Criterio de aceptación para cada entregable</b>	
<b>Exclusiones del proyecto</b>		
<b>Asesor técnico</b>		
<b>Director técnico</b>		

*Nota.* La figura muestra la plantilla que forma parte del plan de gestión del alcance para el proceso de definir el alcance para nuevos proyectos a construirse con el sistema MKS.

#### 4.3.1.4 Crear la EDT

La EDT es una representación jerárquica que descompone el alcance del proyecto en tareas más pequeñas y fáciles de controlar para poder cumplir con el objetivo de este. Su elaboración consiste en dividir el trabajo en entregables y paquetes de trabajo cada vez más específicos y detallados que facilitan el desarrollo de los distintos grupos de procesos que componen el ciclo de vida de un proyecto. Además, permite una fácil visualización de los distintos entregables, además “proporciona un marco de referencia de lo que se debe entregar” (PMI, 2017, p.155).

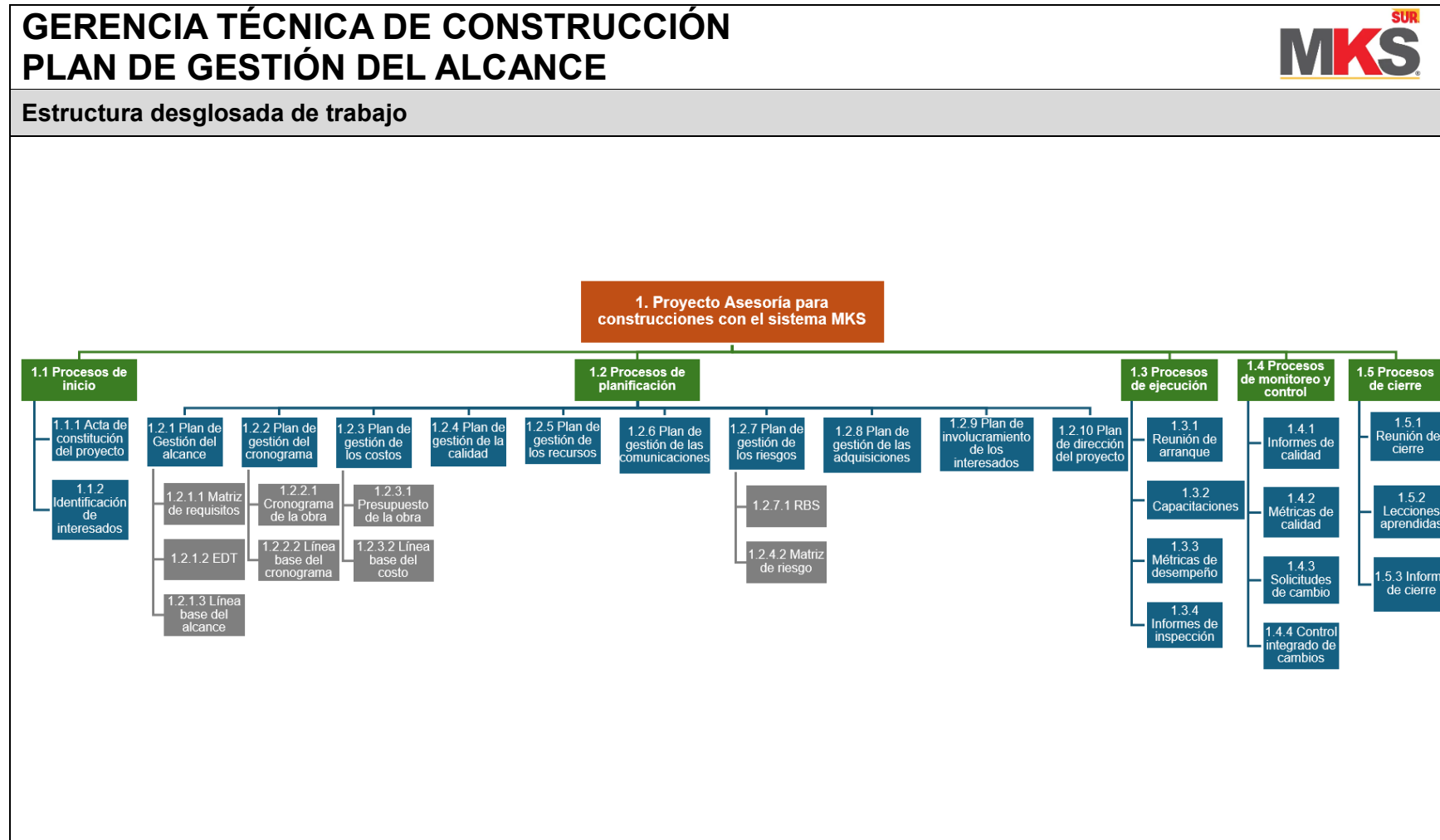
Dado que el alcance de los proyectos a los que se enfoca en este trabajo está centrado en el servicio y acompañamiento que brinda el asesor técnico para la construcción de proyectos de MKS, este debe identificar los paquetes de trabajo necesarios y luego descomponerlos en los distintos entregables que estos generan con el fin de poder lograr dicho objetivo y asegurar la calidad del servicio. Para ello es necesario que el encargado utilice su juicio como experto para realizar la descomposición del alcance y obtener la EDT del proyecto.

Con esta información se completa la línea base del alcance, la cual corresponde a la versión aprobada del enunciado del alcance, la EDT y el diccionario asociado a esta EDT, la cual puede ser modificada únicamente bajo procedimientos formales registrados en el control integrado de cambios. La línea base del alcance establece el punto de comparación contra el cual se mide el progreso el proyecto en su etapa de monitoreo y control para así poder determinar el estado y el desempeño que se tiene.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de la EDT típica para los proyectos que desarrolla el departamento de Servicio Técnico de Construcción.

Figura 17

Estructura desglosada de trabajo



Nota. La figura muestra la propuesta de EDT típica para proyectos de asesoría técnica que utilizan el sistema constructivo MKS.

### **4.3.2 Procesos de planificación para la gestión del cronograma**

El grupo de procesos de planificación para de gestión del cronograma está compuesto por cinco procesos que permite la identificación de las actividades, establecer su secuencia y la duración de cada una de ellas con el fin de poder estimar la duración total del proyecto y así generar una línea base que sirva de referencia para el control de este.

En los siguientes apartados se describen cada uno de los grupos de procesos que componen la planificación para la gestión del cronograma y al final de la sección se brinda una propuesta para el desarrollo de dicha planificación.

#### **4.3.2.1 Planificar la gestión del cronograma**

Este proceso corresponde a la planificación de la documentación, políticas y guías necesarias para así poder desarrollar el cronograma de un proyecto y poder gestionarlo durante las distintas etapas del ciclo de vida.

Es aquí donde el asesor técnico se encarga de desarrollar el plan de gestión del cronograma, tomando como base en la información registrada en el acta de constitución del proyecto, la definición del alcance y la EDT del proyecto. En este documento se detalla la herramienta de programación a utilizar, la cual en la mayoría de los casos es el MS Project. También se define la unidad de medida, la periodicidad con que se actualice el cronograma creado y la cadencia de informes para el control de este. Esta información se detalla en la figura 18 presentada al final de la sección.

#### **4.3.2.2 Definir las actividades**

El proceso de definir las actividades del cronograma considera identificar y documentar las actividades necesarias para la elaboración de los distintos entregables que son necesarios para la ejecución del proyecto el proceso. Esto permite ejecutar la técnica de descomposición



de los paquetes de trabajo en tareas más pequeñas y fáciles de manejar, permitiendo así una programación, ejecución y control eficiente de dichas actividades.

De este modo, el asesor técnico mediante la técnica de descomposición y basado en su juicio de experto desarrollado de proyectos anteriores, identifica las actividades necesarias para los paquetes de trabajo de la EDT y así define y registra las actividades necesarias para su desarrollo, lo cual sirve de base para los procesos siguientes para definir el cronograma. En la figura 18 se presenta la propuesta de plantilla que incluye el proceso de definir las actividades.

#### **4.3.2.3 Secuenciar las actividades**

Secuenciar las actividades del cronograma de un proyecto según lo define el PMI “consiste en identificar y documentar las relaciones entre las actividades del proyecto” (2017, p. 187). Este proceso permite realizar una secuencia lógica del trabajo con el fin de lograr establecer la dependencia de las actividades y así establecer su orden de forma lógica y eficiente. Además, permite una adecuada gestión de tiempo y recursos.

El asesor técnico encargado debe definir la secuencia lógica entre cada una de las actividades identificadas anteriormente y establecer el tipo de dependencia que estas pueden tener. Estas son: final-inicio, final-final, inicio-inicio, inicio-final. Además, aquí se debe detallar si se requieren adelantos o retrasos en cada actividad. Esta información es básica para poder pasar de una lista de actividades a un diagrama de red que permita la visualización de los entregables del proyecto. En la figura 18 se presenta la propuesta de plantilla que incluye el proceso de secuenciar las actividades.

#### **4.3.2.4 Estimar la duración de las actividades**

Estimar la duración de las actividades consiste en definir el tiempo necesario, en la unidad correspondiente, para lograr concluir los entregables del cronograma. Esto permite definir cuanto es la duración de cada actividad y del proyecto total.

Mediante la estimación análoga o paramétrica según la cantidad de información con que cuente, como puede ser el tamaño del proyecto o la cantidad de m<sup>2</sup> de paneles de MKS según su uso en paredes, cielos, entresijos, otros, usando estándares de la empresa y el juicio de experto con que cuenta el asesor técnico, este puede estimar la duración de las actividades para poder asignar el tiempo que requiere la conclusión de cada una de ellas. Por la naturaleza y duración de los proyectos la unidad de medida de tiempo es de días. Es importante que tome en consideración los requisitos, la complejidad del proyecto y la cantidad de recursos disponibles para poder realizar esta estimación. En la figura 18 se presenta la propuesta de plantilla que incluye el proceso de estimar la duración de las actividades.

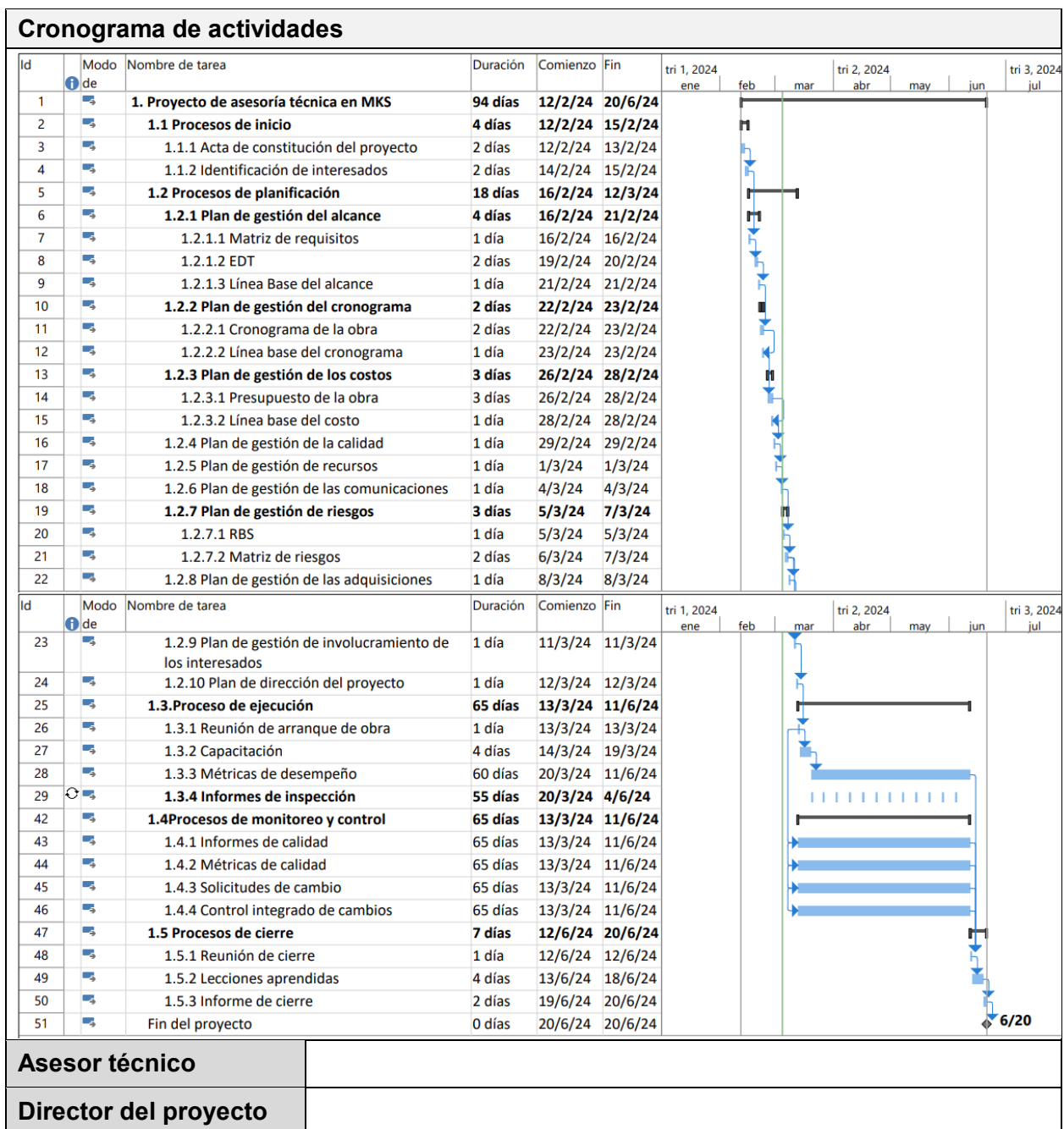
#### **4.3.2.5 Desarrollar el cronograma**

El proceso de desarrollar el cronograma corresponde a “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”. Al realizar esto se genera una representación gráfica de la duración, secuencia y dependencia de las actividades que componen el proyecto, lo cual permite una visualización clara de las fechas de inicio y finalización de actividades, facilitando así las labores de planificación y gestión de recursos.

Para desarrollar el cronograma el asesor técnico encargado del proyecto debe identificar los hitos y revisar la duración de actividades, su dependencia y secuencia para confirmar que no exista conflicto en su desarrollo. Posteriormente mediante el MS Project ingresa la información recabada de las actividades para así desarrollar el cronograma correspondiente.

Con este cronograma se identifica la ruta crítica, siendo esta la secuencia más larga de actividades que se deben realizar para completar el proyecto a tiempo y por ende aquellas que





*Nota.* La figura muestra el formato de informe que compila los distintos grupos de procesos para la planificación de la gestión del cronograma para nuevos proyectos a construirse con el sistema MKS.

Al desarrollar el cronograma del proyecto, debidamente aprobado, se brinda la línea base del cronograma contra la cual se puede medir el avance de la obra y así tener una herramienta de control para verificar si se están cumpliendo o no las fechas acordadas y que acciones se deben tomar por parte del equipo de trabajo para mitigar posibles retrasos y asegurar que el proyecto avance de manera eficiente para realizar la entrega de este en el plazo aceptado.

### **4.3.3 Procesos de planificación para la gestión de los costos**

El grupo de procesos necesarios para la planificación de gestión de los costos de un proyecto implica planificar, estimar y determinar el costo de los recursos necesarios para completar el proyecto y así poder determinar un presupuesto preciso que sirve como línea base de costos contra la cual el equipo de trabajo puede medir el desempeño del proyecto asociado.

Al realizar la planificación de la gestión de costos el equipo del proyecto desarrolla el plan de gestión de costos, en donde se registra la información asociada para determinar el costo del proyecto. En los siguientes apartados se detalla la información y procesos asociados a cada uno de los grupos de procesos necesarios para desarrollar el plan de gestión de costos. En este documento se incluyen los recursos asociados, el costo unitario, la cantidad necesaria.

#### **4.3.3.1 Planificar la gestión de los costos**

El primer proceso para desarrollar el plan de gestión de costos corresponde a planificar la gestión de los costos, para lo cual el PMI indica “es el proceso de cómo se han de estimar, presupuestar, gestionar, monitorear y controlar los costos del proyecto” (2017, p. 234). Al desarrollar esto se establece un marco de referencia que sirve de guía sobre cómo se gestionan los costos del proyecto para asegurar un proceso preciso y eficiente.

El asesor técnico encargado se basa en los estándares de la empresa en proyectos anteriores para así definir la unidad de medida, el nivel de precisión, el nivel de exactitud que

se considera aceptable la estimación y el umbral de control para monitorear el desempeño del costo, así como cualquier otro detalle que se considere necesario para la planificación de la gestión de los costos. En la figura 20 se presenta la propuesta de para el desarrollo del presupuesto del proyecto.

#### **4.3.3.2 Estimar los costos**

Este proceso se refiere a realizar una aproximación del costo de los recursos que se requieren para la ejecución de las distintas tareas para completar el proyecto y así poder definir los recursos monetarios necesarios para concluirlo.

Para ello el asesor técnico debe utilizar los estándares de la empresa y su juicio de experto, y realizar estimaciones paramétricas y estimaciones analógicas con el fin de calcular la cantidad y el costo asociado de todos los recursos que se asignan al proyecto. Además, es importante que el asesor tome en consideración el nivel de riesgo detectado para así tomar en cuenta el cálculo de las reservas de contingencia necesarias. En la figura 20 se presenta la propuesta de plantilla que incluye el proceso de estimar los costos.

#### **4.3.3.3 Determinar el presupuesto**

Para determinar el presupuesto de la obra se realiza la sumatoria de todos los costos estimados en la etapa de estimar los costos para así establecer un monto total que sirve como línea base de costos que permite el monitoreo y control de los recursos financieros asociados al proyecto. Adicionalmente este presupuesto debe contemplar el costo asociado a las reservas de contingencia necesarias.

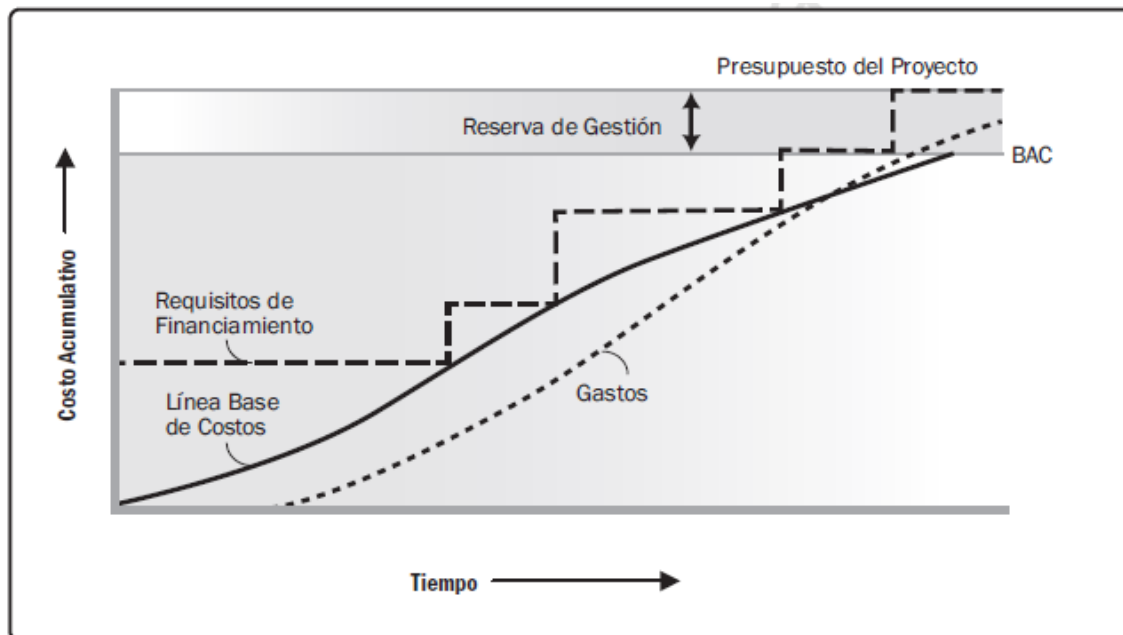
Es importante que el asesor técnico al determinar el presupuesto del proyecto haga un análisis comparativo con la información histórica que se ha recabado con el fin de brindar un presupuesto preciso.

La línea base del costo que se desarrolla en este proceso es la versión aprobada del presupuesto según las distintas etapas de avance del proyecto y se obtiene de la suma de las estimaciones de los costos aprobados de las distintas actividades que componen el cronograma y las reservas de contingencia asociadas a dicha actividad. Contra esta línea base se mide el desempeño real de la obra respecto al costo en determinados momentos. Al realizar esta comparación se puede verificar si el proyecto está consumiendo los recursos necesarios o por el contrario está consumiendo más. Esto permite al DP y al equipo de trabajo analizar los motivos y poder tomar decisiones, en caso de ser necesario, para lograr cumplir con el presupuesto aceptado.

Al estar asociado los costos con el avance del cronograma, es factible desarrollar una representación gráfica de los gastos acumulados en función del tiempo y así obtener una curva S que permite visualizar fácil y efectivamente el desempeño en este ámbito. La figura 19 muestra una curva S típica para un proyecto.

**Figura 19**

*Línea base de costo, gastos y requisitos de financiamiento*



*Nota.* La figura una curva S típica que permite la comparación de los gastos reales contra la línea base de costos para verificar el desempeño del proyecto medido bajo la técnica del valor ganado. Tomado de Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®) (p.255) por PMI, 2017 Project Management Institute, Inc.

En los casos que se requiere realizar modificaciones a la línea base del costo es necesario realizar el proceso formal y desarrollar la solicitud de cambio correspondiente y al ser aprobada se debe registrar en el control integrado de cambios.

La siguiente figura muestra la plantilla que incluye los distintos procesos para la planificación de la gestión de los costos de un proyecto que se vaya a construir con el sistema MKS.



Figura 20

*Planificación de la gestión de los costos del proyecto*

<b>GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN</b>				
<b>PLANIFICACIÓN DE LOS COSTOS</b>				
				
<b>Fecha de elaboración del presupuesto</b>				
<b>Nombre del proyecto</b>				
<b>Presupuesto del proyecto</b>				
<b>Rubro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
Hospedaje				
Viáticos				
Combustible				
Atención a clientes				
Elaboración de muestras				
Asesorías				
Papelería				
Suministros de oficina				
<b>Costo total</b>				
<b>Asesor técnico</b>				
<b>Director del proyecto</b>				

*Nota.* La figura muestra el formato de informe que compila los distintos grupos de procesos para la planificación de la gestión del cronograma para nuevos proyectos a construirse con el sistema MKS.

Con esta información es posible asegurar la viabilidad y éxito financiero del proyecto, además de brindar una herramienta que permite el control de los recursos y la toma de decisiones por parte del equipo del proyecto en caso de ser necesario.

#### **4.3.4 Proceso de planificación para la gestión de la calidad**

Planificar la gestión de la calidad de un proyecto es el único proceso presente en esta etapa. Este proceso se encarga de identificar los requisitos, estándares de calidad de

materiales, especificaciones técnicas y políticas de calidad que ofrece la organización, tanto del proyecto como de los entregables, además de detallar como deben ser documentados para comprobar que estos sean cumplidos.

Con este proceso se desarrolla el plan de gestión de la calidad el cual brinda una guía sobre cómo se gestiona y verifica la calidad del servicio y los materiales entregados por parte de GSQ con el fin de poder desarrollar la construcción con el sistema constructivo MKS. Además, se definen métricas de desempeño para poder gestionar y controlar la calidad del proceso constructivo para el desarrollo de la obra.

Para planificar la gestión de la calidad el asesor técnico debe planificar cuales son los requisitos tanto del proyecto como de los materiales que en él se vayan a utilizar y basado en la recopilación y el análisis de datos definir su cumplimiento para así poder garantizar la calidad del servicio que brinda.

La siguiente figura muestra la propuesta para la planificación de la gestión de la calidad y con el cual también se puede gestionar el cumplimiento de cada uno de los requisitos en los informes de calidad correspondientes.

Figura 21

*Métricas para planificar la gestión de la calidad del proyecto*

<b>GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN</b>			
<b>PLANIFICACIÓN DE LA CALIDAD</b>			
<b>Fecha de elaboración</b>			
<b>Nombre del proyecto</b>			
<b>Objetivo de calidad</b>			
Brindar una adecuada asesoría técnica a los clientes y constructores para lograr el uso correcto y eficiente del sistema MKS en construcciones.			
<b>Métricas de calidad</b>			
<b>Rubro</b>	<b>Requisito</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Documento de referencia</b>
<b>Recomendaciones y especificaciones técnicas</b>			
<b>Visitas de inspección</b>		Una vez por semana	
<b>Informes de visita</b>			
<b>Resistencia de fluencia del acero</b>	>7600 kg/cm <sup>2</sup>	Una vez por lote	ASTM A370
<b>Resistencia a la compresión del mortero</b>	>210 kg/cm <sup>2</sup>	Una vez por lote	ASTM C 109
<b>Sacos/m<sup>2</sup></b>			
<b>Espesor de mortero</b>			
<b>Desperdicio</b>			
<b>Asesor técnico</b>			
<b>Director del proyecto</b>			

*Nota.* La figura muestra el formato de informe para el proceso de planificar la gestión de la calidad para nuevos proyectos a construirse con el sistema MKS.

Adicionalmente se presenta una lista de verificación donde se detallan las especificaciones técnicas propias de cada proyecto y contra las cuales el asesor compara lo inspeccionado durante las visitas periódica que realiza a la obra.

**Figura 22**

*Lista de verificación para la inspección de obras de MKS*

<b>GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN</b>		
<b>INSPECCIÓN DE OBRA</b>		
<b>Fecha de elaboración</b>		
<b>Nombre del proyecto</b>		
<b>Presupuesto del proyecto</b>		
<b>Trazo</b>		
<b>Actividad</b>	<b>Especificación</b>	<b>Comentario</b>
Colocación de anclaje	#3 @40 cm	
Altura de anclaje	50 cm	
Profundidad de anclaje a losa	10 cm	
Tipo de anclaje	Epóxico	
<b>Instalación de paneles de MKS</b>		
<b>Actividad</b>	<b>Especificación</b>	<b>Comentario</b>
Colocación de paneles	Estructural/Cerramiento	
Unión de paneles a anclaje	Amarra@20 cm	
Traslape entre las mallas de los paneles	Grapa @15 cm	
Colocación de mallas esquineras de refuerzo	Malla interna y externa	
Colocación de malla para cortante en buques	Mala a 45° en buques Grapa @15 cm	



Colocación de malla U de refuerzo en buques	Malla perimetral Grapa @15 cm	
Refuerzos adicionales	Según especificación	
Aplomado de paneles	1mm / 1m de altura	
Colocación de instalaciones electromecánicas	Según especificación	
<b>Repello de paneles de MKS</b>		
<b>Actividad</b>	<b>Especificación</b>	<b>Comentario</b>
Dosificación de mortero	6.5-7L/saco de 40 kg	
Espesor de primera capa de mortero	1.5 cm	
Colocación de guías (maestras)	Trapezoidales @1.5m	
Espesor de segunda capa de mortero	2 cm	
Mortero de acabado	Según especificación	
<b>Observaciones generales</b>		
<b>Asesor técnico</b>		
<b>Director del proyecto</b>		

*Nota.* La figura muestra la lista de verificación para la inspección de obras que se construyan con el sistema MKS.

Una adecuada planificación de la calidad promueve el desarrollo de los proyectos, además promueve la satisfacción de los requisitos tanto de la compañía como las expectativas de los clientes que optan por el uso del sistema MKS y reduce la generación de reclamos. Además, la información que en este grupo de proceso se define promueve la mejora constante del equipo técnico, permite verificar los valores de rendimiento utilizados y desarrollar índices

de desempeño (KPI) que sirven tanto para el equipo técnico como al departamento comercial como herramientas para la comercialización de nuevos proyectos con el sistema MKS.

#### **4.3.5 Procesos de planificación para la gestión de los recursos**

El grupo de procesos de planificación para la gestión de los recursos está compuesto por planificar la gestión de los recursos y estimar los recursos de las actividades. En estos procesos se detectan las necesidades tanto de recurso humano como de equipamiento necesario para poder desarrollar el proyecto de forma adecuada.

El DP es el responsable de la identificación y gestión de los recursos, además de promover la participación activa del equipo de trabajo, promover la motivación, el desarrollo de competencias y aptitudes del equipo con el fin de poder realizar el proyecto de forma eficiente.

En los apartados siguientes se describen los procesos asociados a la planificación de la gestión de los recursos del proyecto y se presentan las plantillas correspondientes.

##### **4.3.5.1 Planificar la gestión de los recursos**

El proceso de planificar la gestión de los recursos corresponde a “definir cómo estimar, adquirir, gestionar y utilizar los recursos físicos y del equipo” (PMI, 2017, p.312). Este proceso permite brindar una guía de cómo gestionar los recursos necesarios basado en la complejidad propia del proyecto y garantiza que existan los recursos suficientes y con las aptitudes y capacitación necesaria para que el proyecto sea ejecutado de forma eficiente y satisfactoria.

El DP del proyecto en su rol de líder debe utilizar su juicio de experto para identificar las necesidades del proyecto para así poder estimar los recursos necesarios, entre los que destacan uno o más asesores técnicos de soporte, un presupuestista y un dibujante como recursos físicos. Luego de haber identificado los recursos necesarios, se establece el rol de cada uno de ellos, esto es la función que debe desempeñar el recurso, su nivel de autoridad para asignar recursos y aprobar entregables, las responsabilidades o tareas que debe cumplir y

las competencias necesarias para poder ejecutarlas. En la figura 23 se presenta la propuesta de plantilla que incluye el proceso de planificar los recursos.

#### **4.3.5.2 Estimar los recursos de las actividades**

Luego de haber planificado la gestión de recursos es necesario estimar los recursos necesarios; esto es “proceso de estimar los recursos del equipo y el tipo y las cantidades de materiales, equipamiento y suministros necesarios para ejecutar el trabajo del proyecto” (PMI, 2017, p. 320). Esto le permite al DP contar tanto con el recurso humano necesario como con el equipamiento acorde al tipo de proyecto que se vaya a ejecutar.

En este proceso el DP del proyecto debe basarse en su juicio de experto y en estimaciones análogas y paramétricas para así estimar la cantidad y el tipo de recurso que vaya a necesitar el proyecto, basado en su tamaño y complejidad.

En la siguiente figura se muestra el formato para este proceso de gestión de los recursos para proyectos de asesoría para construcciones que utilizan el MKS. En ella se detalla:

- **Recurso:** nombre de la persona.
- **Rol:** se detalla la función asumida por cada recurso en relación al desarrollo del proyecto.
- **Autoridad:** derechos asociados al cargo para la toma de decisiones, asignación de recursos, aprobaciones e influir en otras personas para garantizar la ejecución de una tarea. Se trabaja con una escala cualitativa asociada al nivel de autoridad, autoridad alta, media y baja.
- **Responsabilidades:** tareas y trabajos que debe realizar cada miembro.
- **Competencias:** habilidades requeridas por los funcionarios para realizar sus labores.

- Recursos físicos adicionales: identifica el tipo y cantidad de recursos físicos que requiere el proyecto.

Figura 23

*Estimar los recursos del proyecto*

<b>GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN</b>				
<b>PLANIFICACIÓN DE RECURSOS</b>				
				
<b>Fecha de elaboración</b>				
<b>Nombre del proyecto</b>				
<b>Recurso</b>	<b>Rol</b>	<b>Autoridad</b>	<b>Responsabilidades</b>	<b>Competencias</b>
Leonardo Rojas	Director del proyecto	Alta	Liderar al equipo de proyecto y cumplir con los objetivos del proyecto	Gerencia de proyectos, MS Project, MS Office, AutoCAD
Adrián Aguilar	Asesor técnico	Media	Asesorar al equipo de ejecución del proyecto, cumplir la norma constructiva	AutoCAD, MS Project, MS Office
Sandra Marín	Presupuestista	Baja	Cuantificar los materiales, elaborar el presupuesto de la obra, generar los informes correspondientes	AutoCAD, MS Project, MS Office
José Domínguez	Asistente	Baja	Dibujar planos y detalles constructivos, realizar presentaciones.	AutoCAD, MS Project, MS Office
<b>Recursos físicos adicionales</b>				
<b>Director del proyecto</b>				

*Nota.* La figura muestra el formato para el proceso de planificación de gestión de los recursos para nuevos proyectos a construirse con el sistema MKS.



Al desarrollar el plan de gestión de los recursos se brinda una estructura para estimar y asignar eficientemente los recursos tanto físicos como humanos necesarios para el desarrollo del proyecto. Al identificar los roles y responsabilidades se mejora la coordinación del equipo y contribuye al éxito del proyecto al promover su disponibilidad.

#### **4.3.6 Procesos de planificación para la gestión de las comunicaciones**

El PMI define la comunicación como “el intercambio intencionado o involuntario de información” (2017, p.360), por lo tanto, la gestión de las comunicaciones del proyecto busca la forma de poder garantizar que se cumplan las necesidades de información tanto para el proyecto como para sus interesados, a través de la planificación y la implementación de las herramientas; propiamente en la etapa de planificación, la gestión de las comunicaciones del proyecto está compuesto por el único proceso de planificar la gestión de las comunicaciones, el cual comprende el desarrollo del plan para las actividades de comunicación del proyecto según las necesidades de cada uno de los interesados.

En el desarrollo del plan de gestión para las comunicaciones del proyecto se documenta la forma en que se planifica, estructura, implementa y monitorea las comunicaciones del proyecto. Además, se establece la forma en que se transmite la información entre los interesados y se detalla los canales por donde se realiza.

Por lo tanto, para elaborar el plan de gestión de las comunicaciones del proyecto el asesor técnico debe tomar en consideración que información desea transmitir y que medio utiliza para hacerle llegar el mensaje a los distintos interesados, entre los que destacan el director del proyecto, los representantes de ventas del área comercial, el cliente y el personal de campo que realiza la construcción, entre otros. Toda esta información se recopila en la matriz de comunicación del proyecto.

Sí bien planificar la gestión de las comunicaciones se debe realizar desde el inicio del proyecto, es indispensable que el asesor lo actualice constantemente, a medida que el proyecto avanza y puedan cambiar las condiciones propias de este o bien los distintos interesados; esto hace que este sea un proceso iterativo para así asegurar la efectividad del plan desarrollado. La siguiente figura muestra la propuesta para el este proceso para proyectos nuevos que se construyen con el sistema constructivo MKS.

**Figura 24**

*Planificar la gestión de las comunicaciones del proyecto*

<b>GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN</b>					
<b>PLANIFICACIÓN DE LAS COMUNICACIONES</b>					
<b>Fecha de elaboración</b>					
<b>Nombre del proyecto</b>					
<b>Matriz de comunicaciones</b>					
<b>Asunto</b>	<b>Medio</b>	<b>Descripción</b>	<b>Responsable</b>	<b>Receptor</b>	<b>Respuesta</b>
Plan de dirección del proyecto	Correo electrónico	Modo de planificación, ejecución, monitoreo y control y cierre del proyecto	Asesor técnico	Director técnico	Aprobación del plan de dirección del proyecto
Detalles constructivos	Correo electrónico	Elaboración de planos y detalles constructivos en AutoCAD	Dibujante	Asesor técnico/ Director técnico	Aprobación de detalles constructivos
Visita de inspección	Informe técnico	Revisión avance de obra, oportunidades de mejora	Asesor técnico	Cliente, Maestro de obras, Director de proyecto	Corrección de mejoras detalladas
Solicitud de cambio	Informe de solicitud de cambio	Modificación del alcance y líneas base aprobadas	Asesor técnico	Equipo del proyecto	Aprobación o rechazo de solicitud



Control integrado de cambios	Control integrado de cambios	Registro de las solicitudes de cambio y su estado	Asesor técnico	Director del proyecto	Actualización de líneas base
<b>Observaciones</b>					
<b>Asesor técnico</b>					
<b>Director del proyecto</b>					

*Nota.* La figura muestra el formato para el proceso de planificar la gestión de las comunicaciones para nuevos proyectos a construirse con el sistema MKS.

Al definir los medios y las estrategias de comunicación se logra optimizar la transmisión de información lo que a su vez promueve el involucramiento y participación de los interesados en las distintas etapas del proyecto. Además, se logra definir canales de comunicación adecuados que desarrollan las relaciones necesarias para poder obtener resultados positivos en la ejecución del proyecto.

#### **4.3.7 Procesos de planificación para la gestión de los riesgos**

Un riesgo para un proyecto representa alguna actividad incierta que si ocurre puede tener un efecto positivo o negativo en el desarrollo del proyecto, por lo tanto, la gestión de los riesgos del proyecto comprende “los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión, identificación, análisis, planificación de respuesta, implementación de respuesta y monitoreo de los riesgos de un proyecto” (PMI, 2017, p.395). Al ejecutar este grupo de procesos lo que se busca es aumentar la probabilidad y el impacto de los riesgos positivos, así como reducir la posibilidad y el impacto de los negativos para tener un mejor desarrollo del proyecto.

Entre el grupo de procesos de planificación destacan los procesos de planificar la gestión del riesgo, identificar los riesgos, realizar el análisis cualitativo y cuantitativo de los riesgos y planificar la respuesta a los riesgos. Por lo tanto, en los siguientes apartados se

describe cada uno de ellos y como se deben aplicar a un proyecto de asesoría técnico en una construcción que se haga con el sistema MKS para así desarrolla el plan de gestión de los riesgos y la matriz de riesgos correspondiente. Al final de la sección se presenta la propuesta para dichos documentos.

#### **4.3.7.1 Planificar la gestión de los riesgos**

En el proceso de planificar la gestión de los riesgos se define como se va a realizar la gestión de riesgos del proyecto, en el se identifica el nivel, tipo y que la visibilidad del riesgo sea proporcional a la importancia que tiene el proyecto para la organización.

En este proceso el asesor técnico elabora el plan de gestión de los riesgos, basado en su experiencia y en el conocimiento con que cuenta y le permite establecer las políticas con las que se gestionan los riesgos del proyecto. Para ello él desarrolla el plan de gestión de los riesgos, donde se define el modo que se estructura y ejecuta la gestión de los riesgos.

Es importante que este plan se ejecute al inicio del proyecto y se mantenga actualizado para en las distintas etapas del ciclo de vida del proyecto para poder obtener los mejores resultados en el proyecto.

#### **4.3.7.2 Identificar los riesgos**

El proceso de identificar los riesgos pretende dar a conocer los riesgos individuales, las posibles fuentes de riesgo y las características de aquellos que pueden influir en un proyecto, de modo que el equipo del proyecto pueda brindar una respuesta adecuada a estos.

La experiencia que ha adquirido el asesor técnico de proyectos anteriores le permite identificar de forma oportuna los principales riesgos que pueden afectar el desarrollo del proyecto. Además, mediante diversas herramientas como la recopilación y análisis de datos o la tormenta de ideas puede trabajar para identificar la mayor cantidad de riesgos posibles y así proponer posibles respuestas. Con esto él desarrolla el registro de riesgos donde se detalla la

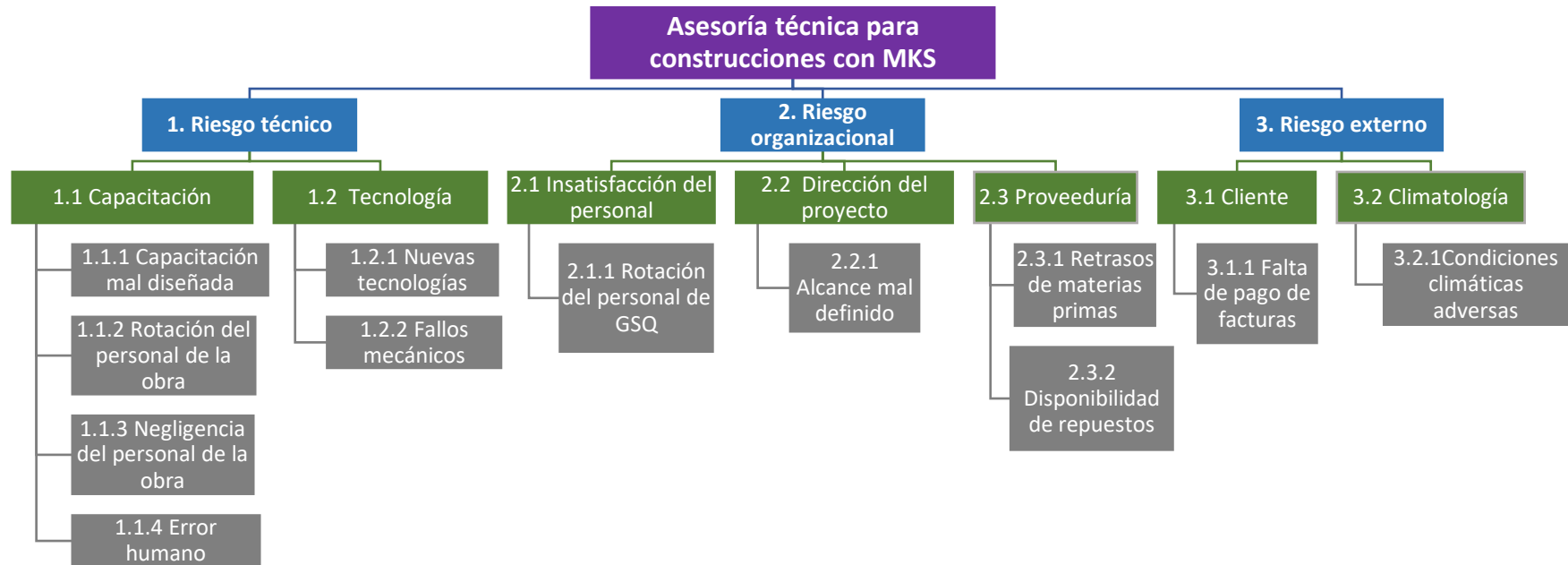
lista de potenciales riesgos identificados, el dueño del riesgo y la respuesta potencial a cada uno de ellos.

Al realizar una identificación eficiente de los riesgos es posible establecer las posibles respuestas a estos de modo que el proyecto no se vea afectado por algún evento no detectado. Además, permite potenciar los riesgos positivos y promover que estos se ocurran para beneficio del proyecto. La información de los riesgos identificados se incluye en la matriz de riesgos en la figura 28.

Con los riesgos identificados es posible desarrollar una estructura desglosada (RBS) de los riesgos para los proyectos que se desarrollan. La RBS es una representación jerárquica de las posibles fuentes de riesgo de un proyecto de los cuales pueden derivarse los riesgos. En la siguiente figura se muestra una RBS típica para los proyectos de asesoría técnica para la construcción de obras con MKS.

Figura 25

Estructura desglosada de riesgo



*Nota.* La figura muestra la propuesta de RBS típica para proyectos de asesoría técnica en construcciones que se realicen con el sistema constructivo MKS.

Para describir los riesgos identificados dentro de la matriz de riesgos de la figura 28 se utiliza la siguiente estructura: Si (descripción del riesgo) debido (causa del riesgo) puede (efecto sobre línea base determinada). Esto permite una estandarización en la redacción de los riesgos que facilita su comprensión. Además, determinar la posible causa del riesgo permite mejorar la comprensión de este para así poder desarrollar estrategias efectivas para mitigarlo desde la causa raíz lo cual permite optimizar los recursos y previene que vuelvan a ocurrir.

#### **4.3.7.3 Realizar el análisis cualitativo de riesgos**

Según lo detalla el PMI “este proceso busca priorizar los riesgos individuales del proyecto para análisis o acción posterior, evaluando la probabilidad de ocurrencia e impacto de dichos riesgos, así como otras características” (2017, p.419). Al realizar este análisis cualitativo se priorizan los riesgos y permite al equipo de trabajo enfocar los esfuerzos en aquellos de mayor prioridad.

Para realizar esta priorización existen herramientas como la matriz de probabilidad e impacto, la cual incluye los valores numéricos de probabilidad e impacto tanto para las amenazas como para las oportunidades. La figura 26 muestra un ejemplo de esta matriz.

Figura 26

Matriz de probabilidad e impacto con esquema de puntuación

		Amenazas					Oportunidades						
Probabilidad	Muy alta 0,90	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72	0,72	0,36	0,18	0,09	0,05	Muy alta 0,90	
	Alta 0,70	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56	0,56	0,28	0,14	0,07	0,04	Alta 0,70	
	Mediana 0,50	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40	0,40	0,20	0,10	0,05	0,03	Mediana 0,50	
	Baja 0,30	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24	0,24	0,12	0,06	0,03	0,02	Baja 0,30	
	Muy baja 0,10	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01	Muy baja 0,10	
		Muy bajo 0,05	Bajo 0,10	Moderado 0,20	Alto 0,40	Muy alto 0,80	Muy alto 0,80	Alto 0,40	Moderado 0,20	Bajo 0,10	Muy bajo 0,05		
		Impacto negativo					Impacto positivo						

Nota. La figura muestra un ejemplo de la matriz de probabilidad e impacto con esquema de puntuación el cual puede ser utilizado en proyectos de asesoría técnica en construcciones de MKS. Tomado de Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®) (p.408) por PMI, 2017 Project Management Institute, Inc.

Del producto de los valores de probabilidad e impacto se obtiene una puntuación de probabilidad de impacto para cada riesgo, la cual permite priorizar el riesgo y clasificarlo en una escala de riesgos definida. Las figuras 27 muestra un ejemplo de escala de calificación del riesgo, la cual se puede utilizar en los proyectos que desarrolla el equipo de Servicio Técnico.



**Figura 27**

*Escala de calificación del riesgo para un proyecto de asesoría de MKS*

Escala de calificación	Min	Max
Alto	0.2	0.99
Moderado	0.06	0.19
Bajo	0.01	0.05

*Nota.* La figura muestra los límites mínimos y máximos para cada rango de riesgo. Con el producto de la probabilidad por el impacto se define la ubicación del riesgo en la escala de calificación.

El equipo de trabajo debe entonces analizar el efecto que tienen los riesgos identificados, tomando en consideración tanto la probabilidad de ocurrir y el impacto que este tiene sobre el proyecto si ocurre. Dicho análisis se basa en la experiencia del asesor técnico y del equipo que lo acompaña, por lo que es fundamental un análisis exhaustivo y detallado con el fin de eliminar la subjetividad que puede tener un análisis de este tipo. Además, establece una base sólida para el análisis cuantitativo consiguiente. Adicionalmente, en este proceso se asigna un dueño del riesgo, que puede ser el asesor técnico o bien algún otro miembro de la compañía a quien se le asocia el riesgo. El dueño del riesgo es quien planifica una respuesta adecuada al riesgo y garantiza que este se implemente. Esta información se recopila como parte de la matriz de riesgos que se muestra en la figura 28.

#### **4.3.7.4 Realizar el análisis cuantitativo de riesgos**

El análisis cuantitativo de riesgos de un proyecto “analiza numéricamente el efecto combinado de los riesgos individuales del proyecto identificados y otras fuentes de incertidumbre sobre los objetivos generales del proyecto” (PMI, 2017, p. 428).

Para ejecutar un análisis cuantitativo es necesario contar con una base de datos de alta calidad con información sobre los riesgos y las fuentes de incertidumbre que lo afectan para que al realizar un análisis mediante un software de riesgo especializado se puede establecer una base cuantitativa para priorizar los riesgos y así poder planificar la respuesta a estos. Para este trabajo el análisis de riesgos se limita únicamente al análisis cualitativo, por lo que este proceso no se ejecuta en el desarrollo de proyectos de asesoría.

#### **4.3.7.5 Planificar la respuesta a los riesgos**

El proceso de planificar la respuesta a los riesgos comprende “desarrollar opciones, seleccionar estrategias y acordar acciones para abordar la exposición general al riesgo del proyecto, así como para tratar los riesgos individuales del proyecto” (PMI, 2017, p.437). De acuerdo con los análisis cualitativos ejecutados anteriormente entonces se priorizan los riesgos y se establecen las acciones que se deben realizar para abordar el riesgo de forma eficiente y efectiva.

De este modo, el asesor técnico basado en su experiencia debe indicar que medida tomar para abordar los amenazas y oportunidades. Para el caso de los riesgos, a continuación, se describen las posibles medidas:

- Escalar: esta estrategia determina que cuando se identifica un riesgo que está fuera del alcance del proyecto o bien la respuesta sobrepasa la autoridad del DP, este comunica la amenaza y sus detalles a las personas que considere necesario para que pueda ser controlado.
- Evitar: en esta medida el equipo del proyecto toma las medidas necesarias para reducir la posibilidad de ocurrencia de la amenaza a cero, de modo que no puede afectar el desarrollo del proyecto. Esta estrategia es útil para aquellos riesgos de alta probabilidad y alto impacto.

- Transferir: esta estrategia implica transferir la amenaza a un tercero para que este se encargue del riesgo; esto típicamente se puede dar a través de un seguro o una garantía.
- Mitigar: el equipo de trabajo toma medidas para reducir ya sea la probabilidad de ocurrencia o el impacto que tendría la amenaza sobre el desarrollo del proyecto.
- Aceptar: se identifica determinado riesgo, pero no se toman medidas proactivas para manejarlo más que incluir las reservas de contingencia necesarias para hacerle frente. Esta medida se toma por lo general en las amenazas de baja prioridad.

Por otro lado, para las oportunidades detectadas en el proyecto se tienen las siguientes medidas:

- Escalar: esta estrategia determina que cuando se identifica una oportunidad que está fuera del alcance del proyecto o bien la respuesta sobrepasa la autoridad del DP, este comunica la oportunidad y sus detalles a las personas que considere necesario para que pueda ser aprovechada.
- Explotar: aquí se busca implementar las medidas necesarias para lograr que la probabilidad de ocurrencia sea del 100% de modo que se puede garantizar que el beneficio se obtenga. Es una estrategia efectiva en oportunidades de alta prioridad.
- Compartir: esta medida implica transferir el beneficio o parte de este a un tercero.
- Mejorar: esta estrategia busca implementar medidas que promuevan la probabilidad de ocurrencia de determinada oportunidad o bien aumentar el beneficio que se obtiene de esta oportunidad.


- Aceptar: se reconoce la existencia de una oportunidad, pero no se toman medidas proactivas que promuevan que esta se logre.

También se define cual es la acción preventiva que permita llevar la estrategia planteada. Luego define el plan de contingencia y el cálculo de las reservas, tanto de tiempo como de dinero necesarias para hacerle frente a aquellos riesgos que son aceptados. Por último, define nuevamente la probabilidad y el impacto luego que se aplica la estrategia y así recalcula el nuevo rango de riesgo de cada actividad.

La siguiente figura muestra la propuesta para el desarrollo del grupo de procesos para la planificación de los riesgos y la recopilación de la información en la matriz de riesgo correspondiente.

Figura 28

Planificación de la gestión de los riesgos del proyecto

GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN														
PLANIFICACIÓN DE LOS RIESGOS														
Fecha de elaboración														
Nombre del proyecto														
Matriz de riesgo														
Cod	Causa				Descripción del riesgo			Referencia		WBS		Responsable		
Cod	Probabilidad	Impacto	Rango	Estrategia	Acción preventiva	Respaldo	Plan de contingencia	Reservas		Disparador	Probabilidad post plan	Impacto post plan	Rango post plan	
								Tiempo	\$					
Observaciones														
Asesor técnico														
Director del proyecto														

Nota. La figura muestra la matriz de riesgos para la planificación de los riesgos para nuevos proyectos a construirse con el sistema MKS. Basado en formato de Matriz de Riesgos aportado por la UCI para el curso de Gestión de Riesgos.

#### **4.3.8 Procesos de planificación para la gestión de las adquisiciones**

La gestión de las adquisiciones en la etapa de planificación está compuesta por un único proceso, el de planificar la gestión de las adquisiciones. En él se identifica si es necesaria la adquisición de algún bien o servicio externo a los que ofrece el equipo del proyecto. Al desarrollar el plan de gestión de las adquisiciones se identifica la necesidad, el alcance, posibles proveedores y cuando se requiere que se ejecute la compra.

En este proceso el asesor técnico debe analizar e identificar si el proyecto requiere alguna adquisición específica y definir el alcance del bien o servicio que requiere. Posteriormente y según la necesidad identificada debe solicitar al departamento de proveeduría las ofertas necesarias para poder analizarlas y adjudicar, así dar el seguimiento al contrato en los procesos subsiguientes.

Por lo general no es necesario adquirir bienes ni servicios adicionales a los ofrecidos por el departamento técnico de GSQ para la ejecución de proyectos de asesoría en construcciones que se realicen con el sistema constructivo MKS, sin embargo, algunos servicios que han sido necesarios contratar para proyectos específicos son: análisis estructural y ensayos de resistencia al fuego, según la NFPA 101.

Por lo tanto, para los casos que se requiera planificar las adquisiciones, el asesor técnico y el equipo de trabajo definen la necesidad que tienen, sea un bien o un servicio específico, adicionalmente como se planea realizar la adquisición, luego se detalla la estrategia de la adquisición, la cual se refiere al tipo de contrato y método de entrega de la adquisición. También se debe detallar específicamente que se requiere de la adquisición para lo cual se redacta el enunciado del trabajo requerido, este incluye especificaciones técnicas, datos de desempeño, métodos y criterios de aceptación, normas de referencia y cualquier otro aspecto se considere relevante. Adicionalmente, se pueden incluir proveedores precalificados en caso

de que existan y un posible monto estimado por la adquisición. La siguiente figura muestra la propuesta para la planificar la gestión de las adquisiciones de los proyectos.

**Figura 29**

*Planificación de la gestión de las adquisiciones del proyecto*

<b>GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN PLANIFICACIÓN DE LAS ADQUISICIONES</b>				
<b>Fecha de elaboración</b>				
<b>Nombre del proyecto</b>				
<b>Plan de gestión de las adquisiciones</b>				
<b>Necesidad</b>	<b>Estrategia para la adquisición</b>	<b>Enunciado del trabajo</b>	<b>Proveedor</b>	<b>Oferta</b>
<b>Asesor técnico</b>				
<b>Director del proyecto</b>				

*Nota.* La figura muestra la propuesta para el plan de gestión de las adquisiciones para nuevos proyectos de asesoría en construcciones con el sistema MKS. Basado en la Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®) (p.481) por PMI, 2017 Project Management Institute, Inc.

Planificar las adquisiciones permite al equipo del proyecto identificar las necesidades especiales que pueden ser necesarias y buscar distintas alternativas para poder suplirlas. Al ejecutar eficientemente este proceso se previenen atrasos y sobrecostos en el desarrollo del proyecto.

#### **4.3.9 Procesos de planificación para la gestión de los interesados**

En la etapa de inicio de los proyectos se identificaron los interesados del proyecto. De modo que en el proceso de planificación se busca la forma de promover el involucramiento de dichos involucrados en el desarrollo del proyecto. El proceso de planificar el involucramiento de los interesados es el único que se lleva a cabo en esta etapa y corresponde a “desarrollar enfoques para involucrar a los interesados del proyecto, con base en sus necesidades, expectativas, intereses y el posible impacto en el proyecto” (PMI, 2017, p.516).

Para compilar la información necesaria para planificar la gestión de los interesados se desarrolla el plan de involucramiento de los interesados, el cual se actualiza constantemente a lo largo del ciclo de vida del proyecto y a medida que los interesados cambian o surgen nuevos. Para ello el asesor técnico se basa en la matriz de interesados y según su criterio, planifica las técnicas necesarias para garantizar el involucramiento eficiente de cada interesado, tomando en cuenta las distintas necesidades de información, las expectativas y el nivel de participación, además detalla los medios de comunicación y la frecuencia con que debe relacionarse con cada participante.

Al realizar este proceso se promueve la participación, la comprensión y el apoyo de los interesados en el proyecto. Además, fortalece las relaciones y reduce los riesgos. En general, busca establecer una colaboración y compromiso eficiente de todos los participantes para el desarrollo del proyecto. A continuación, se muestra la propuesta para el plan de gestión de involucramiento de los interesados del proyecto, donde se detalla la siguiente información:

- Nombre de Interesado: nombre y su función en el proyecto.
- Estrategia: acciones necesarias para garantizar el interés del involucrado; estas pueden ser involucrar, mantener satisfecho, monitorear, atraer, mantener informado.



- Medio de comunicación: medio por el cual el asesor técnico comunica al interesado la información. Puede ser correos, llamadas, reuniones presenciales o virtuales.
- Frecuencia de comunicación: cadencia de comunicación con determinado interesado

Figura 30

*Planificación de la gestión del involucramiento de los interesados*

<b>GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN PLANIFICACIÓN DEL INVOLUCRAMIENTO</b>			
<b>Fecha de elaboración</b>			
<b>Nombre del proyecto</b>			
<b>Plan de gestión del involucramiento de los interesados</b>			
<b>Nombre de interesado</b>	<b>Estrategia</b>	<b>Medio de comunicación</b>	<b>Frecuencia</b>
Cliente	Mantener satisfecho	Correo, llamadas	Una vez por semana, luego de cada inspección
Maestro de obras	Involucrar	Reunión	Una vez por semana
Representante comercial	Mantener informado	Correo	Una vez por semana
Director del proyecto	Mantener informado	Reuniones, correo	Dos veces por semana
<b>Asesor técnico</b>			
<b>Director del proyecto</b>			

*Nota.* La figura muestra la propuesta para el plan de gestión del involucramiento de los interesados para nuevos proyectos de asesoría en construcciones con el sistema MKS. Basado en la tabla 12-1. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®) (p.481) por PMI, 2021 Project Management Institute, Inc.

#### **4.3.10 Procesos de planificación para la gestión de la integración**

La integración en un proyecto se basa en unificación, consolidación, comunicación e interrelaciones los diversos procesos y actividades de dirección del proyecto que comprenden la dirección de proyectos. Por lo tanto, en la etapa de planificación, se encuentra el proceso de Desarrollar el plan para la Dirección del Proyecto. Este se encarga de definir y compilar todos los componentes del plan de gestión desarrollados y consolidarlos en el plan para la dirección del proyecto. Al realizar esta labor se unifica toda la información relevante en un documento que sirve como guía para el equipo del proyecto, permitiendo así trazar una ruta de cómo se ejecuta, monitorea y controla el proyecto; esto permite que sea desarrollado de forma eficiente en cada una de las distintas áreas del conocimiento.

Además, el plan para la dirección del proyecto resume las distintas líneas base que permiten definir los parámetros base para el monitoreo y control del proyecto y así tener indicadores que permiten la toma de decisiones basadas en valores cuantificables. Con este documento el equipo de trabajo facilita la comunicación, promueve una gestión efectiva y así lograr el éxito del proyecto.

#### **4.4 Grupo de procesos de ejecución**

El grupo de procesos de ejecución de un proyecto son aquellos que se encargan de realizar las tareas necesarias para completar los requisitos y expectativas establecidas en los planes de gestión en las distintas áreas del conocimiento y que componen el plan para la dirección del proyecto. Tal como lo indica el PMI “este Grupo de Procesos implica coordinar recursos, gestionar el involucramiento de los interesados, e integrar y realizar las actividades del proyecto conforme al plan para la dirección del proyecto” (2017, p.595).

Durante la etapa de ejecución es posible que surjan nuevos objetivos para el proyecto que pueden producir cambios en los distintos planes de gestión. Esto puede producir entrar en

un nuevo ciclo de iteración en los distintos grupos de proceso de planificación para poder ejecutar el proyecto según los nuevos requisitos.

En los siguientes apartados se especifican los procesos, técnicas y herramientas de las distintas áreas del conocimiento con que cuenta el departamento técnico para la ejecución de proyectos de asesoría técnica en construcciones que se realicen con el sistema constructivo MKS.

#### **4.4.1 Procesos de ejecución para la gestión de la integración**

El grupo de procesos que componen la gestión de la integración para la ejecución de un proyecto se compone de; dirigir y gestionar el trabajo del proyecto y gestionar el conocimiento del proyecto.

Estos dos procesos se encargan que se ejecute el trabajo planificado en los distintos planes de gestión según las distintas áreas de conocimiento y que la nueva información generada en el desarrollo de cada proyecto sea registrada y transferida a los demás miembros del equipo con el fin que pueda ser de utilidad para el desarrollo de proyectos.

En los siguientes incisos se detalla el alcance de cada uno de estos procesos y se detallan las técnicas y herramientas que utiliza el técnico para su ejecución.

##### **4.4.1.1 Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto**

El proceso de dirigir y gestionar el trabajo del proyecto consiste en “liderar y llevar a cabo el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto e implementar los cambios aprobados para alcanzar los objetivos del proyecto” (PMI, 2017, p. 90). Este proceso se basa en utilizar los planes de gestión desarrollados en la etapa de planificación como guía para la dirección general del trabajo y desarrollar los entregables necesarios para que sea concluido. Al realizar las tareas de esta manera se promueve el uso eficiente de recursos y propicia el éxito del proyecto.

En esta etapa del proyecto el asesor técnico se encarga que todas las actividades planificadas se ejecuten de forma satisfactoria de modo que se cumplan los requisitos establecidos en la matriz de trazabilidad de requisitos de la figura 15. Para ello, él debe realizar labores de coordinación, gestión, capacitación, asesoramiento y control de los recursos. Además, debe recopilar la información en los distintos formularios, según el área de conocimiento a revisar, para así obtener datos de desempeño del trabajo que sirvan de insumo para las labores de monitoreo y control posteriores.

En la Reunión de arranque de la construcción, el técnico se encarga de describir el proceso de instalación de todo el sistema constructivo MKS, este incluye los paneles, las mallas de refuerzo y el mortero lanzado al personal de campo que lo utiliza. Aquí profundiza en las técnicas, los procesos y herramientas necesarias para que el sistema se utilice eficientemente.

Luego el técnico se encarga de coordina los recursos necesarios para realizar las visitas de seguimiento necesarias y así inspeccionar el avance y desarrollo de la construcción. La cantidad y frecuencia de las visitas depende del grado de complejidad de la construcción. En estas visitas se generan los informes de seguimiento según la lista de verificación para la inspección de obras de MKS propuesto en la figura 22, donde se documenta lo visto en sitio y detalla las correcciones o mejoras necesarias en caso de que se requieran.

También es natural que durante el proceso de ejecución se solicitan cambios en los requisitos, o bien se encuentren nuevas actividades que también son necesarias para cerrar el proyecto, por lo que el asesor técnico debe registrar formalmente las solicitudes de cambio correspondiente, usando el formulario propuesto en la figura 33 para así poder analizarlas debidamente e incorporarlas en dichos planes.

Otro aspecto de relevancia que revisa el técnico son los datos de desempeño del trabajo, para ello durante las visitas se debe cuantificar la cantidad de materiales,

especialmente los metros cuadrados de panel y los sacos de mortero utilizados, para así poder medir la efectividad del presupuesto inicial. Además, debe registrar la duración de las actividades para poder comparar contra el rendimiento histórico de mano de obra en horas hombre. Toda esta información también se analiza con el grupo de procesos de monitoreo y control que se ejecuta posteriormente.

También durante la ejecución del proyecto se realiza el registro de incidentes donde se detallan los problemas e imprevistos que ocurrieron y la forma en que se abordaron para poder solucionarlos. Esto permite al asesor técnico darle el seguimiento correspondiente y para poder asegurar que este fue resuelto completamente.

Durante la ejecución del proyecto se recopilan los datos de desempeño del trabajo y se comunican a los procesos de control aplicables para su análisis. El análisis de los datos de desempeño del trabajo proporciona información relativa al estado de completitud de los entregables y otros detalles relevantes sobre el desempeño del proyecto. Los datos de desempeño del trabajo se utilizarán también como entrada para el Grupo de Procesos de Monitoreo y Control, y pueden utilizarse como retroalimentación a las lecciones aprendidas para mejorar el desempeño de paquetes de trabajo futuros

La información recopilada en esta etapa es indicadora del nivel de cumplimiento que se lleva del proyecto, permite el análisis comparativo de valor ganado como herramienta de monitoreo y control y el desarrollo de nuevos procedimientos que permiten el desarrollo eficiente y efectivo de proyectos de asesoramiento en construcciones de MKS.

#### **4.4.1.2 Gestionar el conocimiento del proyecto**

La gestión del conocimiento generado durante la ejecución del proyecto consiste en utilizar el conocimiento adquirido del proyecto con el fin de generar nuevo conocimiento y que este se encuentre a disposición de la organización para que se logre un crecimiento profesional

de los equipos de trabajo y se puedan desarrollar nuevos proyectos de forma más eficiente y con mejores resultados.

En este proceso el asesor debe ser capaz registrar el conocimiento que genera el proyecto de una manera que sea fácilmente transferible con el resto del equipo y demás asesores de modo que puedan la información generada pueda ser utilizada en otros proyectos o incluso en futuras partes del que está en ejecución.

Para ello el técnico utiliza su juicio de experto para determinar la información que él califique como innovadora y que a su criterio genera una ventaja en comparación a los métodos tradicionalmente utilizados para brindar el asesoramiento en las construcciones que utilizan el MKS. Luego dicha información la sintetiza y comparte mediante reuniones, capacitaciones y talleres que promueven la transferencia de conocimiento entre los miembros del departamento.

Además de la interacción entre los colaboradores es importante que la información se incluya en el registro de lecciones aprendidas, donde el técnico detalla los problemas, riesgos y oportunidades encontradas en el proyecto y complementa con el material de apoyo para detallar lo aprendido y explicar el beneficio que obtiene al implementar el conocimiento generado. El siguiente formulario presenta la propuesta para el registro de lecciones aprendidas en proyectos de asesoría en construcciones que usan el sistema constructivo MKS, donde el asesor registra la situación, problema o detonante de revisión, la solución ejecutada y la lección aprendida de dicho acontecimiento.

Figura 31

*Registro de lecciones aprendidas*

<b>GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN</b>		
<b>LECCIONES APRENDIDAS</b>		
<b>Fecha de elaboración</b>		
<b>Nombre del proyecto</b>		
<b># de registro</b>		
<b>Problema encontrado</b>		
<b>Solución ejecutada</b>		
<b>Lección aprendida</b>		
<b>Asesor técnico</b>		
<b>Director del proyecto</b>		

*Nota:* La figura muestra la plantilla para registrar las lecciones aprendidas de la ejecución de proyectos de asesoría técnica para construcciones que utilizan el sistema MKS.

#### **4.4.2 Procesos de ejecución para la gestión de la calidad**

Gestionar la calidad es el único proceso asociada a la gestión de la calidad durante la fase de ejecución de un proyecto. Este proceso consiste en “convertir el plan de gestión de la calidad en actividades ejecutables de calidad que incorporen al proyecto las políticas de calidad de la organización”. (PMI, 2017, p. 288). Al realizar este proceso entonces se busca seguir y cumplir con los estándares definidos, además busca la mejora continua por lo que trata de detectar procesos ineficientes e identificar cuáles son las causas asociadas con el fin de poder brindar alternativas y soluciones que promueven el éxito del proyecto y los objetivos deseados.

Por lo tanto, cuando se detecta algún proceso que presenta inconsistencias o se aleja del resultado esperado, el técnico utiliza técnicas como el análisis causa-raíz o bien diagramas de causa y efecto para analizar las alternativas o causas de la posible dispersión con el fin de lograr establecer la solución necesario y lograr satisfacer los estándares de calidad que se plantearon en la etapa de planificación.

En este proceso es indispensable el apoyo del departamento de Control de Calidad de GSQ, para comprobar que la calidad de los materiales que componen el sistema MKS cumple con los criterios de aceptación según el uso y tipo de material. Por lo tanto, el asesor técnico debe compilar la información referente a los certificados de calidad tanto del acero como del mortero para garantizar que estos superan el esfuerzo de fluencia y el recubrimiento de protección para el caso del acero y la resistencia a la compresión para el caso del mortero según aceptación establecidos anteriormente.

La inspección del proceso también es una técnica que ejecuta el asesor técnico para gestionar la calidad, ya que esto permite la fiscalización del proceso constructivo y busca que los trabajos realizados por parte de un tercero se ejecuten de forma correcta y eficiente. Para ello se cuenta con listas de verificación como la expuesta en la figura 22, la cual detalla los parámetros que se deben comprobar durante las distintas visitas.



### **4.4.3 Procesos de ejecución para la gestión de los recursos**

En la etapa de ejecución, la gestión de recursos está compuesta de tres procesos: adquirir los recursos, desarrollar el equipo y dirigir el equipo. Aquí el DP y el equipo de asesores que están comprometidos con el proyecto trabajan para poder lograr la cohesión de grupo necesaria para realizar un trabajo colaborativo y eficiente entre los nuevos recursos y aquellos de mayor experiencia.

En cada uno de los siguientes apartados se describen las labores, técnicas y herramientas con que cuenta el equipo para ejecutar la gestión de los recursos necesarios para poder lograr los objetivos del proyecto y así poder brindar una asesoría adecuada en las construcciones realizadas con el MKS.

#### **4.4.3.1 Adquirir los recursos**

El proceso de adquirir los recursos corresponde a obtener los distintos recursos como equipo, instalaciones, materiales, suministros entre otros que se identifican en la etapa de planificación y se registrados en la figura 23; de esta manera se puede contar el personal y el equipamiento necesario de modo que puedan ser asignados y utilizados para el desarrollo del proyecto.

En el caso de requerir recurso humano adicional para el desarrollo del proyecto de asesoramiento, el DP debe gestionar con el departamento de Recursos Humanos la adquisición del nuevo colaborador, según las capacidades, experiencia y conocimiento necesario. Para ello se debe seguir el proceso de selección de perfiles, las distintas entrevistas y pruebas necesarias para concluir con la adquisición del recurso.

Para la adquisición de equipamiento adicional para el departamento técnico, el DP debe realizar la solicitud de dicho recurso a través del departamento de proveeduría, el cual tramita la compra según las distintas aprobaciones necesarias.

El calendario de recursos es una herramienta eficiente que permite al DP saber cuándo debe ejecutar la adquisición de modo que estas se encuentren disponibles en el momento que se requieren y no se vean afectados el cronograma, el presupuesto, el alcance o bien las expectativas del cliente si estos no están disponibles.

#### **4.4.3.2 Desarrollar el equipo**

Un equipo de trabajo motivado y capacitado logra mejores resultados que uno que no, por lo que el desarrollo del equipo es una labor fundamental del DP. Este consiste en “mejorar las competencias, la interacción de los miembros del equipo y el ambiente general del equipo para lograr un mejor desempeño del proyecto” (PMI, 2017, p.336). Adicionalmente, trabajar en el desarrollo del equipo promueve el trabajo en equipo, la motivación, mejoras en las habilidades y capacidades de los colaboradores, todo esto genera un mejor desempeño en el desarrollo del proyecto.

Para desarrollar el equipo el DP debe trabajar en formar un equipo motivado, con las aptitudes necesarias para el desarrollo de proyectos de asesoría, que tengan una buena comunicación entre los miembros del equipo y con el cliente de modo que las labores puedan ejecutarse eficientemente, además debe promover un ambiente laboral adecuado y generar retos y oportunidades para los asesores del departamento técnico.

Una buena herramienta para desarrollar el equipo es fomentar y facilitar la capacitación del equipo de trabajo, esta necesidad se detecta y registra en la figura 23 durante el periodo de planificación. Estas actividades permiten mejorar el conocimiento y habilidades, fomenta su

confianza y empodera al técnico de modo que puede ejecutar sus labores y brindar mejores soluciones a los desafíos identificados durante la ejecución del proyecto.

La compensación es también una manera de promover la motivación de un equipo, esta puede ser una remuneración económica por el alcance de los objetivos, según lo establecido en la etapa de planificación de los recursos o bien oportunidades con ascensos, oportunidades de progreso y desarrollo para el asesor técnico.

#### **4.4.3.3 Dirigir el equipo**

Este proceso consiste en brindar el seguimiento y la evaluación correspondiente al desempeño del equipo, resolver los conflictos detectados y gestionar los cambios de modo que el proyecto avance eficientemente.

Dirigir el equipo implica liderar y gestionar eficazmente a los miembros del equipo de proyecto. Esto incluye la comunicación clara, la asignación de tareas, la resolución de conflictos y la motivación para alcanzar los objetivos del proyecto. La dirección del equipo también implica la toma de decisiones estratégicas para asegurar que todos trabajen de manera colaborativa para lograr el éxito del proyecto.

El DP lidera y dirige al equipo del proyecto, alinea los esfuerzos con los objetivos del proyecto y facilita la comunicación efectiva para la resolución de conflictos. Asigna labores durante las distintas etapas del proyecto como el desarrollo de detalles constructivos, la inspección y programación de reuniones con los interesados del proyecto, entre otras actividades más. Adicionalmente evalúa, reconoce y colabora en la mejora continua de los miembros del equipo de trabajo, según el desempeño que tienen los asesores técnicos en las tareas que se les asigna para el desarrollo del proyecto.

La inteligencia emocional y el liderazgo son cualidades necesarias del DP para que pueda dirigir con éxito al equipo de trabajo, de modo que él pueda colaborar con los asesores

técnicos en brindar una asesoría eficiente y se logre la satisfacción de los clientes que utilizan el sistema MKS.

#### **4.4.4 Procesos de ejecución para la gestión de la comunicación**

Gestionar las comunicaciones es el único proceso en la etapa de ejecución que componen la gestión de la comunicación. Este proceso consiste en “garantizar que la recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, monitoreo y disposición final de la información del proyecto sean oportunos y adecuados” (PMI, 2017, p. 379).

La ejecución de este proceso busca tener una comunicación efectiva entre los distintos interesados del proyecto de modo que la información llegue de forma clara y concisa a cada uno de ellos. Una buena comunicación entre las partes mejora el involucramiento y la colaboración de estas, además permite la toma de decisiones informadas por parte del equipo del proyecto.

Para gestionar la comunicación el asesor técnico debe asegurarse que la información que genera de la inspección y de la asistencia técnica que brinda, les llegue a las partes interesadas, sean estos el DP, los representantes de ventas, el cliente o bien cualquier otro involucrado que haya sido identificado. Para realizarlo el asesor debe definir cuál es el medio más efectivo para transmitir dicha información y se apoya en la matriz de comunicación incluida en la figura 24.

Entre los aspectos más relevantes que comunicar a las distintas partes destacan el avance de la construcción, donde el asesor realiza el informe de visita técnico y comunica al cliente los principales aspectos técnicos visitos, correcciones necesarias o mejoras en el proceso constructivo. También, es necesario que esta información le llegue al representante de

ventas de modo que se ellos conozcan el estado de la construcción y en caso de ser necesario programar los envíos de materiales de las etapas siguientes, sean paneles o bien el mortero.

Adicionalmente es necesario que el asesor realice presentaciones e informes sobre el desempeño y rendimiento del proyecto para presentarlos al DP y al resto del equipo del proyecto.

Cuando se detectan detalles técnicos de alta relevancia y que requieran una intervención inmediata se debe gestionar las reuniones necesarias con las distintas partes para que se pueda abordar oportunamente y evitar algún tipo de afectación en el desarrollo del proyecto.

#### **4.4.5 Procesos de ejecución para la gestión de los riesgos**

Implementar la respuesta a los riesgos es el proceso que se realiza en la gestión de los riesgos del proyecto durante la etapa de ejecución. Esto corresponde a ejecutar las respuestas a cada uno de los riesgos identificados en la etapa de planificación y detalladas en la matriz de riesgos de la figura 26, lo cual permite abordar los riesgos de una forma planificada y proactiva que permita minimizar las amenazas y maximizar las oportunidades asociadas al desarrollo del proyecto.

El asesor técnico debe asegurarse de llevar a cabo cada una de las estrategias identificadas, sea escalar, evitar, transferir, mitigar o aceptar para el caso de los riesgos, o bien escalar, explorar, compartir, mejorar o aceptar para las oportunidades. Para ello ejecuta la acción preventiva asociada a cada riesgo, basándose en su criterio de experto y en las habilidades interpersonales que le permiten influir en que realmente se ejecute las respuestas al riesgo que se planificaron.

#### **4.4.6 Procesos de ejecución para la gestión de las adquisiciones**

En la etapa de ejecución asociada a la gestión de las adquisiciones se encuentra un único proceso, el de efectuar las adquisiciones, el cual corresponde a recibir las ofertas de los distintos proveedores, analizarlas y adjudicar el contrato al oferente más adecuado según las necesidades del proyecto.


Cuando en la etapa de planificación de las adquisiciones el asesor identifica que el proyecto tiene una necesidad específica la cual requiere de algún bien o servicio adicional, solicita al departamento de proveeduría la búsqueda de oferentes que puedan suplir esta necesidad, según las especificaciones y el alcance definido.

Idealmente el departamento de proveeduría busca al menos tres alternativas que permiten al DP y al equipo del proyecto realizar un análisis de las ofertas presentadas para los distintos bienes y servicios, donde se evalúa la experiencia, el plazo de la entrega, el cumplimiento total o parcial del alcance y el costo asociado. De esta terna, el DP evalúa las opciones y asigna un puntaje, según su experiencia a cada rubro de cero a cinco, donde cero es el puntaje más bajo y cinco el más alto, de modo que este puntaje multiplicado por un porcentaje de peso previamente establecido permite obtener una puntuación ponderada de todos los aspectos a evaluar. El oferente con mayor puntuación es a quien se le adjudica la adquisición y se tramita la orden de compra correspondiente.

El proceso de efectuar las adquisiciones le permite al equipo del proyecto analizar diversas opciones y así escoger la opción ideal de forma objetiva y transparente y sin que se afecte las líneas base de costo, cronograma o alcance. La siguiente figura muestra la propuesta de plantilla para la evaluación de las ofertas para ejecutar una adquisición.

Figura 32

Propuesta para evaluación de adquisiciones para proyectos de asesoría técnica en MKS

<b>GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN</b>					
<b>EVALUACIÓN DE OFERTAS</b>					
<b>Fecha de elaboración</b>					
<b>Nombre del proyecto</b>					
<b>Descripción del bien/servicio por adquirir</b>					
<b>Evaluación de ofertas</b>					
<b>Proveedor</b>	<b>Rubro</b>	<b>Valor</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Peso</b>	<b>Promedio ponderado</b>
Proveedor 1	Experiencia	10 años	5	10%	4.85
	Plazo	1 mes	4	15%	
	Alcance	100%	5	15%	
	Costo	€600.000	5	60%	
Proveedor 2	Experiencia	2 años	3	10%	3.6
	Plazo	0.5 mes	5	15%	
	Alcance	100%	5	15%	
	Costo	€900.000	3	60%	
Proveedor 3	Experiencia	5 años	4	10%	2.95
	Plazo	2 mes	3	15%	
	Alcance	80%	2	15%	
	Costo	€700.000	3	60%	
<b>Adjudicación</b>					
Proveedor 1					
<b>Director del proyecto</b>					

Nota: La figura muestra la plantilla para la evaluación de ofertas para ejecutar las adquisiciones para proyectos de asesoría técnica para construcciones que utilizan el sistema MKS.

#### **4.4.7 Procesos de ejecución para la gestión de los interesados**

Gestionar la participación de los interesados es el único proceso en la etapa de ejecución asociado a la gestión de los interesados del proyecto. Este proceso consiste en “comunicarse y trabajar con los interesados para satisfacer sus necesidades y expectativas, abordar los incidentes y fomentar la participación adecuada de los interesados” (PMI, 2017, p. 523). Esto permite que los distintos interesados del proyecto se involucren en el proyecto e incrementen su apoyo al mismo.

Para ello es necesario mantener una comunicación efectiva entre los distintos interesados, entender sus necesidades, expectativas y preocupaciones, así como involucrarlos en la toma de decisiones, cuando sea factible. La participación activa de los interesados ayuda a mantener relaciones positivas, mejora la comunicación y asegurar el éxito del proyecto al alinear sus objetivos con los de las partes involucradas.

De este modo el asesor técnico debe implementar sus habilidades para promover la comunicación y la participación de los interesados, según lo que detalla el plan de involucramiento de los interesados de la figura 30. La retroalimentación es una herramienta útil que permite informar e involucrar tanto a los clientes como al resto del equipo del proyecto de GSQ.

Adicionalmente, cuando detecte posibles incidentes que pueden afectar el desempeño del proyecto es necesario programar reuniones con los involucrados correspondientes de modo que pueda ser contenido y se puedan desarrollar los objetivos del proyecto.

#### **4.5 Grupo de procesos de monitoreo y control y cierre**

Cuando en proyectos se habla de monitoreo se refiere a las acciones necesarias para la recolección de los datos de desempeño del proyecto y que permiten el desarrollo de indicadores. Por otro lado, controlar se refiere a la acción de comparar el estado del proyecto,



de los indicadores generados con el desempeño planificado. Por lo tanto, los procesos de monitoreo y control son aquellos “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” (PMI, 2017, p. 613).

El monitoreo y control es un proceso recurrente que se realiza a lo largo del ciclo de vida del proyecto que permite medir el desempeño del proyecto y analizar si las tendencias de avance resultan satisfactorias o si es necesario realizar variaciones al plan para la dirección del proyecto que permitan las mejoras en los procesos para poder alcanzar las metas y objetivos planteados.

Por otro lado, el proceso de cierre ocurre cuando se completa y entrega formalmente el proyecto, fase o contrato, lo cual es posible una vez que todas las actividades, objetivos y procesos planificados para las distintas áreas de conocimiento se concluyen por lo que es posible cerrarlo oficialmente y darlo por finalizado.

El cierre de un proyecto es fundamental para lograr una finalización ordenada y exitosa, donde se busca maximizar el aprendizaje del equipo de trabajo y lograr la satisfacción del cliente y el resto de los interesados del proyecto.

En los siguientes apartados se describen los procesos, técnicas y herramientas para cada una de las distintas áreas del conocimiento que se realizan para el monitoreo y control y el cierre de los proyectos de asesoría en construcciones que utilizan el sistema MKS.

#### **4.5.1 Procesos de monitoreo y control para la gestión de la integración**

Los procesos de monitoreo y control que se llevan a cabo para realizar la gestión de integración del proyecto son dos: monitorear y controlar el trabajo del proyecto y realizar el control integrado de cambios.

Estos dos procesos se realizan a lo largo del proyecto y recopilan la información sobre el estado de avance del proyecto e informar a los distintos involucrados del proyecto. Además, con el control integrado de cambios se realiza el registro de los cambios solicitados en el desarrollo del proyecto y la incidencia que estos tiene en lo planificado.

A continuación, se describe en que consiste cada uno de estos procesos y las labores que realiza el asesor técnico en cada uno de ellos.

#### **4.5.1.1 Monitorear y controlar el trabajo del proyecto**

El proceso de monitorear y controlar el trabajo del proyecto consiste en “hacer seguimiento, revisar e informar el avance general a fin de cumplir con los objetivos de desempeño definidos en el plan para la dirección del proyecto” (PMI, 2017, p.105). Esto le permite al equipo del proyecto revisar y comparar el desempeño real del proyecto contra lo planteado en el plan para la dirección del proyecto y poder informar al resto de los interesados sobre el estado del proyecto en determinado punto. Además, permite identificar y abordar proactivamente los problemas encontrados con el fin de evitar atrasos o sobrecostos que afecten el desempeño de este.

El asesor técnico debe realizar evaluaciones periódicas donde recolecta la información del proyecto que le permite medir y valorar el avance que tiene para así revisar si la tendencia de progreso que se tiene es la adecuada o se requiere la toma de acciones preventivas o correctivas. Para ello, realiza pronósticos que permiten evaluar el desempeño respecto al costo y al cronograma aprobado y basado en estos, además del criterio técnico, implementar y controlar los cambios necesarios para asegurar que el proyecto se mantenga alineado a los objetivos y necesidades establecidas.

El análisis de valor ganado es una de las herramientas más útiles para monitorear y controlar el trabajo, ya que le permite al asesor técnico comparar el avance del proyecto

respecto a las líneas base aprobadas y así elaborar los informes de avance sobre el desempeño para brindar una perspectiva integral del estado actual del proyecto, con los cuales puede informar oportunamente a todos los interesados.

#### **4.5.1.2 Realizar el control integrado de cambios**

En el proceso de realizar el control integrado de cambios se revisan todas las solicitudes de cambio generadas con el fin de evaluarlas y gestionar los cambios correspondientes a los entregables, documentos del proyecto y al plan para la dirección del proyecto en caso que estas sean aprobadas por el DP. Esto permite documentar y comunicar oportunamente las solicitudes de cambios que pueden impactar el desarrollo del proyecto.

Una solicitud de cambio es una propuesta formal, presentada por algún interesado para modificar documentos, entregables o líneas base ya sea a causa de un problema, cambio de proceso, medidas preventivas o correctivas.

Si bien las solicitudes de cambio pueden venir de cualquier interesado, sea el área técnica, el área comercial o bien el cliente final por mencionar los ejemplos más comunes, el DP es el responsable de realizar el control integrado de cambios, revisar y aprobar o rechazar las distintas solicitudes que se incluyen; sin embargo la evaluación y resolución de cada una de las solicitudes de cambio puede ser realizada en conjunto con el resto del equipo del proyecto basándose en el criterio técnico con que cuentan para así determinar el alcance, el impacto y la factibilidad que tienen dichas solicitudes en el desempeño del proyecto.

Las solicitudes de cambio típicas en el desarrollo de proyectos de asesoría en construcciones que utilizan el sistema MKS son la construcción de elementos adicionales como escaleras, entresijos, entre otros y ampliaciones en el alcance de la construcción. Por lo tanto, una vez aprobadas por el DP, el equipo técnico analiza la información y realiza una nueva estimación de costos y duración del proyecto, verifica si es necesario recursos adicionales e

incluye los cambios necesarios en el plan de dirección del proyecto. A continuación, se presenta la plantilla para realizar una solicitud de cambio, donde se debe indicar la persona que realiza la solicitud, una descripción detallada del alcance del cambio solicitado, el efecto que tiene dicha solicitud en el plazo, costo, alcance o cualquier otra área impactada por dicho cambio; y basada en esta información el DP valora y aprueba o rechaza la solicitud.

**Figura 33**

*Plantilla para realizar una solicitud de cambios*

<b>GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN</b>			
<b>SOLICITUD DE CAMBIO</b>			
			
<b>Fecha de elaboración</b>			
<b>Nombre del proyecto</b>			
<b>Persona que solicita el cambio</b>			
<b># de solicitud</b>			
<b>Descripción del cambio</b>			
<b>Áreas de impacto</b>			
<b>Plazo</b>	<b>Costo</b>	<b>Alcance</b>	<b>Otro</b>
<b>Análisis de solicitud</b>			
Aprobada	Rechazada	Motivo	
<b>Asesor técnico</b>			
<b>Director del proyecto</b>			

*Nota:* La figura muestra la plantilla para realizar solicitudes de cambio en los proyectos de asesoría técnica para construcciones que utilizan el sistema MKS.

Las solicitudes de cambio aprobadas se compilan en el control integrado de cambios, donde el asesor técnico registra el nombre de la persona que solicita el cambio, en que consiste el este y cuál es el alcance de este, las posibles áreas de afectación, sea cronograma, costos, recursos, entre otros y el estado de la solicitud, si es aceptada o rechazada. En la siguiente figura se muestra la plantilla propuesta para realizar el control integrado de cambios para los proyectos de asesoría en construcciones de MKS

**Figura 34**

*Plantilla para el control integrado de cambio en proyectos*

GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN						SUR	
CONTROL INTEGRADO DE CAMBIOS						MKS	
Fecha de elaboración							
Nombre del proyecto							
Solicitudes de cambio							
# de solicitud de cambio	Fecha	Persona que solicita el cambio	Alcance del cambio	Áreas de afectación		Estado	
				Costo			
				Plazo			
				Costo			
				Plazo			
				Costo			
				Plazo			
Asesor técnico							
Director del proyecto							

*Nota.* La figura muestra la propuesta para el control integrado de cambios para proyectos de asesoría en construcciones con el sistema MKS.

#### **4.5.2 Procesos de monitoreo y control para la gestión del alcance**

Los procesos de monitoreo y control que componen la gestión del alcance son dos: el de validar el alcance y el de controlar el alcance. Estos dos procesos permiten validar que el alcance del proyecto planteado en la etapa de planificación se logre y cumpla con los requisitos planteados, de modo que puedan ser aceptados formalmente. Además, permite gestionar los cambios necesarios de modo que se ajusten las líneas base que se alteren por dicho cambio.

En los siguientes apartados se describen en que consiste cada uno de los procesos y como el asesor técnico y el equipo del proyecto los ejecuta para realizar un adecuado monitoreo y control del alcance.

##### **4.5.2.1 Validar el alcance**

Validar el alcance durante la etapa de monitoreo y control consiste en confirmar que el trabajo que se realiza cumple con los requisitos definidos en la etapa inicial de planificación del proyecto y cumplen con las expectativas de los interesados, por lo tanto, son aceptados formalmente.

Este proceso permite asegurar que el alcance del proyecto se complete de manera satisfactoria y los entregables sean aprobados de forma objetiva; además ayuda a prevenir desviaciones significativas en el plan de dirección del proyecto.

Para validar el alcance el asesor técnico revisa con el director del proyecto que la línea base del alcance y los datos de desempeño del trabajo que se obtienen durante la inspección del proyecto cumplen con los requisitos planteados. Además, se valida que los entregables alcanzan los criterios de aceptación necesarios de modo que la validación correspondiente es satisfactoria y se puede dar la aprobación final del proyecto.

El técnico durante la inspección de la construcción debe medir, examinar y validar el progreso de la construcción y determinar si las técnicas que utiliza están dando resultados

positivos. Para llevar a cabo estas actividades se revisa la información asociada a la recopilación de requisitos y la matriz de trazabilidad descrita en las figuras 14 y 15, donde se detalla la información del proyecto y así comprobar que los entregables pueden ser aceptados. A medida que las labores se van completando se analizan y se valida la información a fin de verificar el cumplimiento de los objetivos y expectativas de modo que se puede realizar la entrega correspondiente de cada entregable.

#### **4.5.2.2 Controlar el alcance**

Controlar el Alcance es el proceso donde se monitorea el estado del alcance tanto del proyecto y en caso que se requiera se realizan los cambios a la línea base lo cual permite mantenerla actualizada.

En este proceso se gestionan los cambios solicitados para que estos sean registrados a través de realizar el control integrado de cambios, de tal forma que se integran las medidas correctivas, preventivas, junto con las solicitudes de cambio correspondientes de modo que se controlan las variaciones a la línea base del alcance y se evita la corrupción del alcance.

El asesor técnico durante el desarrollo del proyecto controla el alcance y verifica el estado del alcance del proyecto mediante las inspecciones y visitas de seguimiento al proyecto, donde registra sus observaciones, mejoras y correcciones necesarias para asegurar que se logre el objetivo del proyecto y se cumpla con el alcance de planificado. Esta información la registra en la plantilla detallada anteriormente en la lista de verificación para la inspección de obras descrita en la figura 22. Adicionalmente, en los casos que se presentan cambios, los cuales pueden ingresar tanto por el área comercial o el cliente mismo, el asesor técnico los registra usando la plantilla de solicitud de cambios propuesta en la figura 31 para su debida valoración y luego se registra en la plantilla de control integrado de cambios del proyecto.

#### **4.5.3 Procesos de monitoreo y control para la gestión del cronograma**

El proceso de monitoreo y control asociada a la gestión del cronograma está compuesto únicamente por el proceso de controlar el cronograma. Este permite “monitorear el estado del proyecto para actualizar el cronograma del proyecto y gestionar cambios a la línea base del cronograma” (PMI, 2017, p.222).

Este proceso lo realiza el asesor técnico a lo largo del proyecto con el fin de mantener actualizada la línea base del cronograma. Él técnico conoce el estado de avance del proyecto y registra la información de las diversas visitas de inspección que realiza, esto le permite verificar el estado de avance de la obra respecto a la línea base y así continuar con la asesoría correspondiente para poder cumplirla o bien realizar los cambios que a su criterio y según las necesidades del proyecto sean necesarios para acondicionarla.

Para ello el técnico ingresa las solicitudes de cambio que afecten la línea base del cronograma, debe registrarlas como parte del control integrado de cambios y determinar cómo estas afectan el cronograma del proyecto.

#### **4.5.4 Procesos de monitoreo y control para la gestión de los costos**

La gestión de los costos del proyecto para el monitoreo y control está compuesta por el proceso de controlar los costos, aquí se monitorea el estado del proyecto para mantener actualizado el costo acumulado del proyecto y en el caso que se requiera, hacer los cambios necesarios a la línea base de costos, con el proceso formal de solicitud de cambios. Este proceso se ejecuta a lo largo del ciclo de vida del proyecto por lo que permite mantener actualizada la línea base.

Para realizar el control de los costos del proyecto es necesario que el asesor técnico tenga en cuenta los gastos acumulados que incurre el proyecto y verificar que estos vayan acorde al avance de la obra. De lo contrario, debe realizar bajo su criterio los cambios



correspondientes y gestionar las solicitudes de cambio correspondientes para actualizar la línea base del proyecto. También debe verificar que los gastos del proyecto no excedan los fondos autorizados y que se detallan en la figura 20, por lo que debe monitorear las tendencias de gastos para detectar variaciones no planeadas.

Una de las técnicas que cuenta el equipo del proyecto para controlar los costos es realizar el análisis del valor ganado, el cual le permite comparar los costos reales del proyecto contra los planeados y así obtener indicadores objetivos que miden tanto el desempeño de los costos como su proyección a la conclusión del proyecto. Esta técnica se describe en la sección 2.3.3.2 de este trabajo.

Por último, el técnico debe asegurarse que todos los interesados del proyecto sean informados sobre lo correspondiente al gasto y a los cambios realizados a la línea base.

#### **4.5.5 Procesos de monitoreo y control para la gestión de la calidad**

El proceso de controlar la calidad corresponde a “monitorear y registrar los resultados de la ejecución de las actividades de gestión de calidad para evaluar el desempeño y asegurar que las salidas del proyecto sean completas, correctas y satisfagan las expectativas del cliente” (PMI, 2017, p. 298). Al realizar este proceso se lleva a cabo el monitoreo y control para la gestión de la calidad del proyecto lo cual permite validar que los entregables y el trabajo realizado para el desarrollo del proyecto cumplen con los requisitos, especificaciones y expectativas de los interesados claves, además alcanzan los objetivos para los que fueron creados por lo que se puede llevar a cabo la aceptación formal de ellos.

Este proceso se lleva a lo largo del ciclo de vida del proyecto, donde el asesor técnico monitorea y controla la calidad de los distintos materiales y entregables del proyecto. Entre los primeros aspectos que se verifican se encuentra la calidad del acero y el mortero que componen el sistema MKS que, en estos casos, el departamento de Control de Calidad verifica

que los materiales cumplan con las especificaciones técnicas detalladas en la figura 21 y el asesor técnico registra el cumplimiento de estos. Posteriormente, el técnico mediante inspecciones periódicas recopila la información para el desarrollo de métricas de control de calidad como puede ser el rendimiento del mortero respecto a los metros cuadros de paneles de MKS, de modo que se pueda asegurar que la cantidad de materiales ofertados son suficientes para concluir la obra y en caso de que se detecten diferencias poder tomar las medidas correctivas necesarias.

La figura 22 presenta una lista de verificación para la inspección de obras de MKS, donde se resumen los principales aspectos que debe cumplir la construcción y que el técnico revisa constantemente para promover que el producto final cumpla con las expectativas de los involucrados y que sea aceptado finalmente.

#### **4.5.6 Procesos de monitoreo y control para la gestión de los recursos**

Controlar los recursos es el único proceso que compone el monitoreo y control para la gestión de los recursos de un proyecto y en él se busca garantizar que los recursos planificados estén disponibles para que sean utilizados en el momento requerido y posteriormente liberados si ya no son necesarios.

El asesor técnico del proyecto junto con el equipo del proyecto se encarga de supervisar el uso real de los recursos en comparación con lo planificado. Esto implica llevar registros de los recursos consumidos con el fin de poder realizar los análisis de tendencia que permitan verificar si existe algún tipo de desviación y poder optar por alternativas que evitan alteraciones al proyecto. Además, con la información que se recopila se verifica el desempeño del proyecto y se coordina que los recursos estén disponibles para el momento que se requieran.

También es importante que el técnico comunique oportunamente a los distintos interesados sobre los posibles problemas, cambios o decisiones que pueden alterarse, en

busca de una optimización del uso de los recursos, así como que realice y gestione las solicitudes de cambio que los respalde.

#### **4.5.7 Procesos de monitoreo y control para la gestión de las comunicaciones**

Monitorear las comunicaciones es el único proceso que se realiza para el monitoreo y control para la gestión de las comunicaciones. Este proceso corresponde a asegurar que se cumplan las necesidades de información de los distintos interesados, lo cual permite asegurar que la información le llegue al receptor indicado y por el medio adecuado. Este proceso se realiza a lo largo del proyecto, por lo que en los casos que se identifiquen oportunidades de mejora se debe enriquecer el plan de gestión de las comunicaciones y así lograr una mejor eficacia en la transmisión de la información.

Al monitorear la comunicación se puede determinar si la estrategia, el medio y la frecuencia planificada tanto en la matriz de comunicaciones de la figura 24 como el plan de involucramiento de los interesados de la figura 30 tienen el efecto esperado y mantienen o incluso promueven el apoyo y participación de los interesados.

El asesor técnico se encarga de comunicar los aspectos relevantes a los distintos interesados, de quienes también debe monitorear el nivel de apoyo que tienen hacia el desarrollo del proyecto. Para ello debe basarse en la observación y su juicio de experto para evaluar si las técnicas están siendo efectivas y así poder realizar los ajustes necesarios en caso que se requieran.

#### **4.5.8 Procesos de monitoreo y control para la gestión de los riesgos**

En la etapa de monitoreo y control para la gestión de los riesgos del proyecto se encuentra el proceso de monitorear los riesgos. Este proceso se define como “monitorear la implementación de los planes acordados de respuesta a los riesgos, hacer seguimiento a los

riesgos identificados, identificar y analizar nuevos riesgos y evaluar la efectividad del proceso de gestión de los riesgos a lo largo del proyecto” (PMI, 2017, p.453).

Al monitorear el riesgo del proyecto el equipo del proyecto puede verificar si las estrategias planteadas para mitigar el riesgo y promover las oportunidades están siendo efectivas de modo que las decisiones que se tomen para el proyecto son respaldadas con datos verídicos y tomados de las distintas inspecciones que realiza el asesor técnico.

Durante este proceso, el cual se realiza a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, el asesor monitorea el estado de cada uno de los riesgos y registra la aparición de los nuevos que pueden tener una incidencia en el proyecto, además se verifica la variación del nivel de riesgo, que las respuestas planificadas en la matriz de riesgos de la figura 28 e implementada durante la fase de ejecución estén siendo efectivas y que las reservas de contingencia son suficientes.

Con el desarrollo de las acciones descritas anteriormente es factible que se generen solicitudes de cambio, las cuales el asesor debe registrar y tramitar mediante el control integrado de cambios. Estas solicitudes de cambio pueden incluir variaciones a distintas líneas base, al incluir nuevas estrategias que vayan acordes al nivel general de cada riesgo.

#### **4.5.9 Procesos de monitoreo y control para la gestión de las adquisiciones**

Controlar las adquisiciones es el único proceso que compone el monitoreo y control para la gestión de las adquisiciones del proyecto. Este proceso corresponde a “monitorear la ejecución de los contratos y efectuar cambios y correcciones, según corresponda; y cerrar los contratos” (PMI, 2017, p. 492). Este proceso permite garantizar que los requisitos y compromisos establecidos en el contrato de la adquisición son alcanzados de modo que puede ser aceptada según los términos del acuerdo legal.

Para controlar las adquisiciones el asesor técnico inspecciona el avance de determinada adquisición, así como los entregables que son contratados con el fin de verificar si estos cumplen con los requisitos que se establecen en la etapa de planificación. Él técnico se basa en su criterio para aceptar o pedir algún tipo de aclaración o detalle adicional al trabajo contratado en caso de requerirlo, antes de proceder a la aprobación final. Además, estar monitoreando las adquisiciones le permite confirmar que el monto de avance que se cancela sea acorde al avance de trabajo realizado y a lo estipulado en las condiciones contractuales iniciales; con esto el asesor técnico puede realizar el cálculo de indicadores basados en el desempeño físico y financiero de las adquisiciones

Esta constante inspección de las adquisiciones y el desarrollo del proyecto le permite al asesor identificar nuevas necesidades e ir actualizando el plan de las adquisiciones del proyecto. En los casos que los cambios requeridos afectan alguna línea base, se debe realizar el trámite correspondiente a dicha solicitud de cambio y valorarla en control integrado de cambios.

#### **4.5.10 Procesos de monitoreo y control para la gestión de los interesados**

El proceso que comprende el monitoreo y control de la gestión de los interesados del proyecto es el de monitorear el involucramiento de los interesados, el cual se encarga de dar seguimiento a la relación que tienen los interesados con el proyecto para verificar si las estrategias seleccionadas están siendo efectivas y mantienen o mejoran la participación de los involucrados en el proyecto o es necesario modificarlas para tener mejores resultados.

El asesor técnico con su juicio de experto analiza si está teniendo la participación necesaria de los distintos involucrados del proyecto. Para ello verifica si la respuesta que obtiene está siendo oportuna. En caso de que no lo sea, busca la forma de corregir estas acciones, sea modificando la estrategia, el canal de comunicación o bien la frecuencia.

Es importante que, en este caso, el técnico trabaje sus habilidades de liderazgo para poder involucrar a los interesados de forma efectiva y haga uso de herramientas como el análisis de datos y la retroalimentación para gestionar y mejorar el involucramiento de los interesados.

#### **4.5.11 Procesos de cierre para la gestión de la integración**


Cerrar el proyecto o fase es el único proceso que comprende la gestión de integración de un proyecto y este consiste en “finalizar todas las actividades para el proyecto, fase o contrato” (PMI, 2017, p. 120). Esto permite que toda la información recopilada se archive, los trabajos planificados se concluyen y se pueden liberar los recursos asignados para que estén a disposición para nuevos proyectos.

Una vez que el asesor técnico realiza su inspección de cierre y verifica que la obra cumple con los estándares de calidad establecidos y se corrigen todos los posibles aspectos señalados en los informes de visita, coordina una reunión con el cliente final a quien le hace una entrega formal de la construcción. Aquí el asesor revalida junto con este interesado los aspectos de calidad establecidos.

Posterior a esta entrega, el técnico desarrolla un informe de cierre de proyecto en el cual resume los temas de relevancia desarrollados durante la ejecución del proyecto. También resume los principales indicadores tanto de los productos como el mortero y el desperdicio de los paneles como los rendimientos de la mano de obra en función de los metros cuadrados de MKS. Posteriormente detalla las conclusiones y recomendaciones para el proyecto de asesoría. Este documento lo aprueba el DP y se envía a todos los interesados para cerrar oficialmente el proyecto y darlo por concluido. A continuación, se presenta la propuesta para el informe de cierre.

Figura 35

Informe de cierre de proyecto

<b>GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN</b>		
<b>INFORME DE CIERRE DE PROYECTO</b>		
Fecha de elaboración		
Nombre del proyecto		
<b>Resumen del proyecto</b>		
<b>Rubro</b>	<b>Dato</b>	
Metros cuadrados de MKS	444 m <sup>2</sup>	
Costo total del proyecto (C\$)	C\$1.180.680	
Duración del proyecto (días)	90 días	
<b>Rendimiento de los productos</b>		
<b>Indicador</b>		<b>Rendimiento obtenido</b>
Costo del proyecto/m <sup>2</sup> (C\$/m <sup>2</sup> )		C\$2.659/m <sup>2</sup>
Consumo de mortero		4.2 sacos/m <sup>2</sup>
Desperdicio de panel		2.1%
Rendimiento mano de obra (m <sup>2</sup> /día)	Instalación de paneles MKS	23 m <sup>2</sup> /día
	Repello de paredes	10 m <sup>2</sup> /día
	Paredes terminadas	6 m <sup>2</sup> /día
<b>Riesgos materializados</b>		
<b>Lecciones aprendidas</b>		
<b>Conclusiones</b>		

<b>Recomendaciones</b>	
<b>Asesor técnico</b>	
<b>Director del proyecto</b>	

*Nota.* La figura muestra la propuesta para el informe de cierre del proyecto. Este informe resume las principales actividades, indicadores, conclusiones y recomendaciones para el desarrollo de proyectos de asesoría en construcciones con el sistema MKS.

#### **4.6 Aplicación de la metodología propuesta**

Para verificar efectividad de la metodología propuesta, esta se aplica en el desarrollo de un proyecto de asesoría técnica en la construcción de cuatro viviendas de interés social las cuales utilizan el sistema constructivo MKS. Por lo tanto, se aplican los grupos de proceso de inicio y de planificación para el desarrollo del plan para la dirección del proyecto, el cual incluye los distintos formularios desarrollados para este tipo de proyectos.

##### **4.6.1 Descripción del proyecto**

La empresa IRV Construcciones va a construir cuatro casas de interés social de 42m<sup>2</sup> cada una, en el pueblo de El Salto en Liberia, Guanacaste. Dicha constructora realiza un análisis de costos y encuentra una reducción importante en los costos y en los tiempos de ejecución al construir las paredes de las casas con el sistema constructivo MKS comercializado por GSQ.

De este modo, se plantea un nuevo proyecto para el departamento de Servicio Técnico Construcción, el cual consiste en la asesoría técnica a los distintos interesados necesaria para

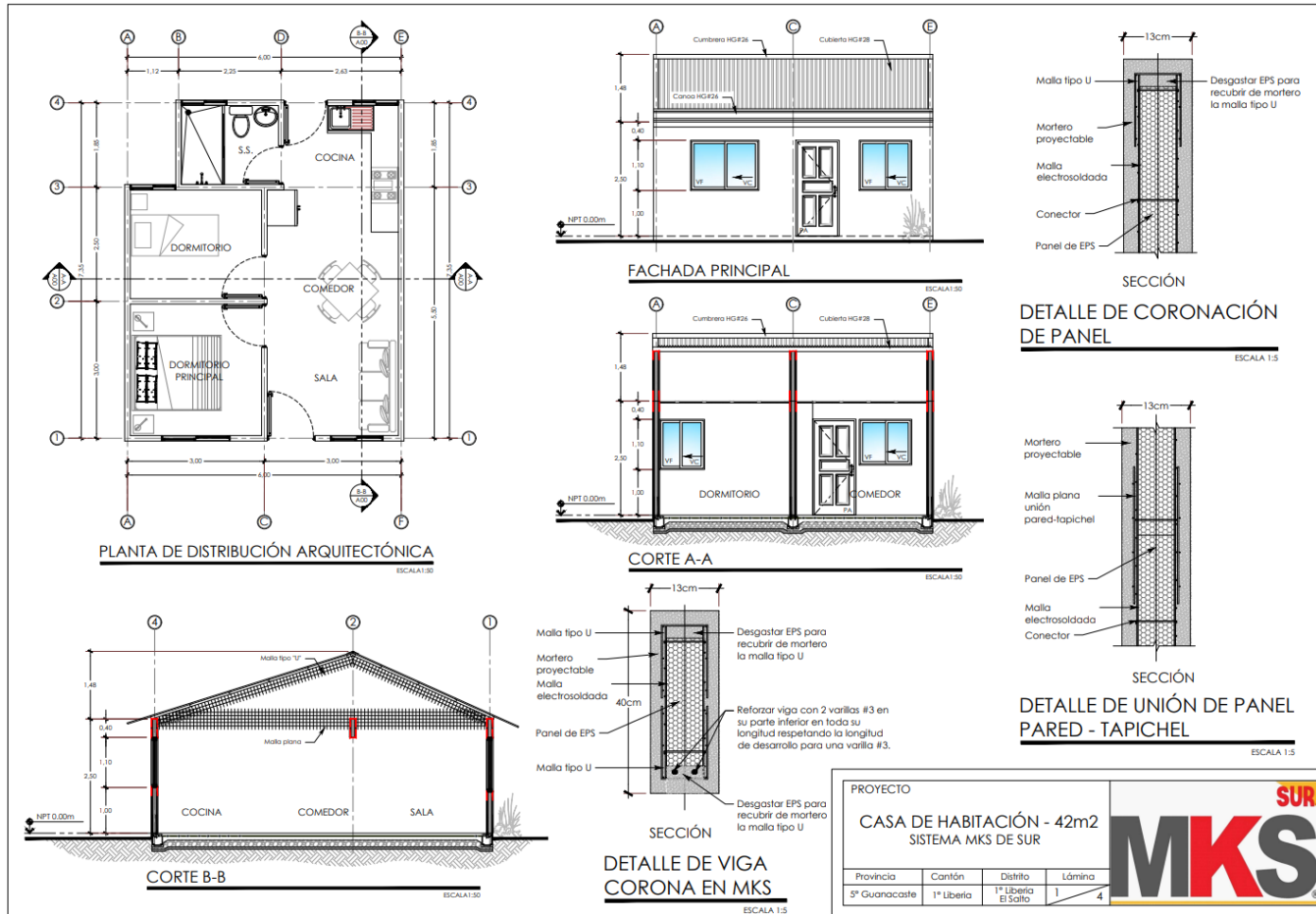


el adecuado uso del sistema constructivo en el desarrollo y construcción de las paredes con este sistema constructivo.

A continuación, se presentan los planos del proyecto, la oferta y los detalles constructivos desarrollados en la etapa previa al arranque del proyecto.

Figura 36 Lámina 1/4 CASA DE HABITACIÓN – 42 m<sup>2</sup>

Lámina 1/4 CASA DE HABITACIÓN – 42 m<sup>2</sup>

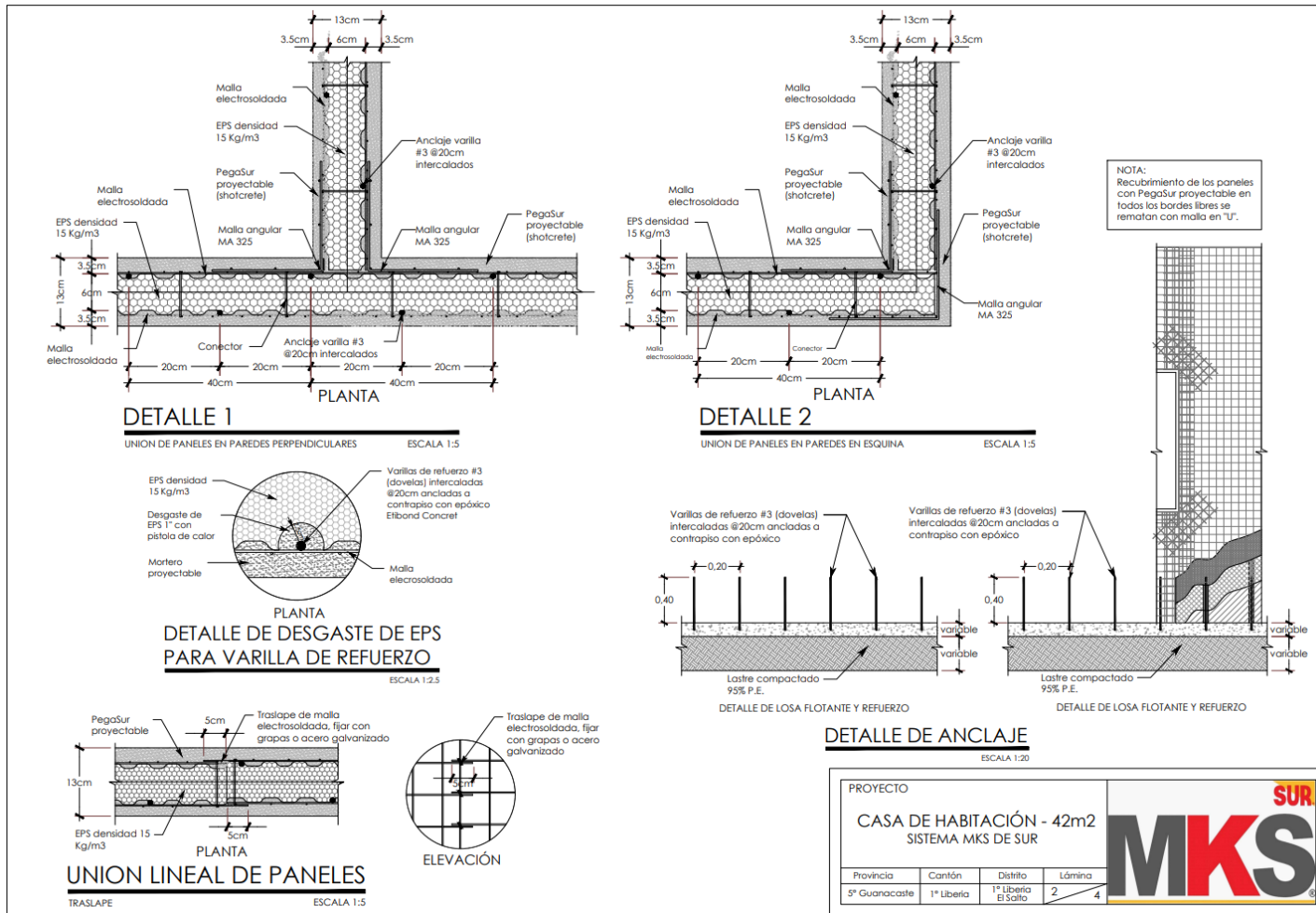


Nota. La figura muestra la distribución arquitectónica, fachada, corte y detalles de unión de los paneles de MKS.

PROYECTO			
CASA DE HABITACIÓN - 42m <sup>2</sup>			
SISTEMA MKS DE SUR			
Provincia	Cantón	Distrito	Lámina
5ª Guayaquil	1ª Liberia	1ª Liberia El Salto	1 / 4

Figura 37 Lámina 2/4 CASA DE HABITACIÓN – 42 m<sup>2</sup>

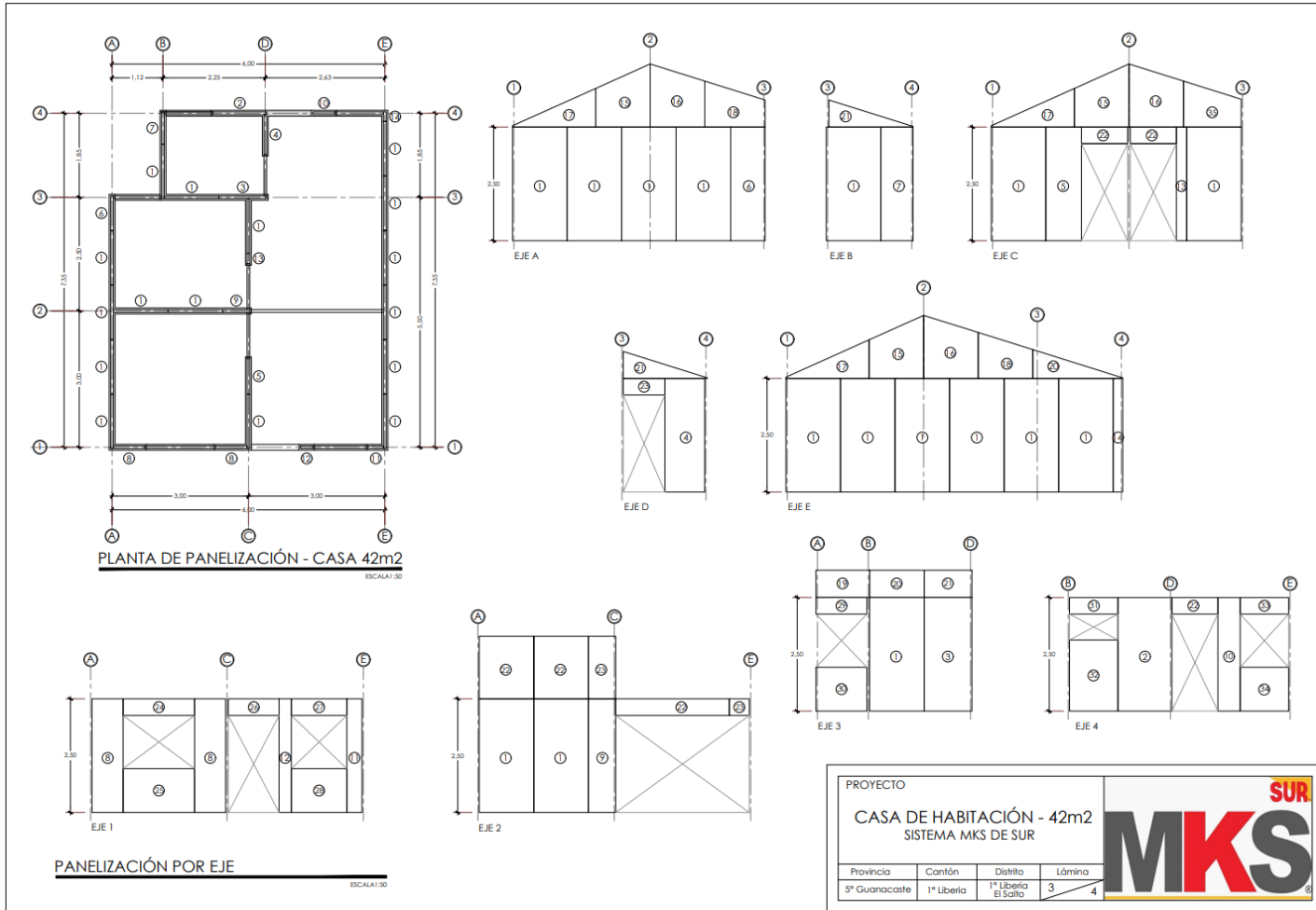
Lámina 1/4 CASA DE HABITACIÓN – 42 m<sup>2</sup>



Nota. La figura muestra los detalles de unión, anclaje y mallas de refuerzo de los paneles de MKS.

Figura 38 Lámina 3/4 CASA DE HABITACIÓN – 42 m<sup>2</sup>

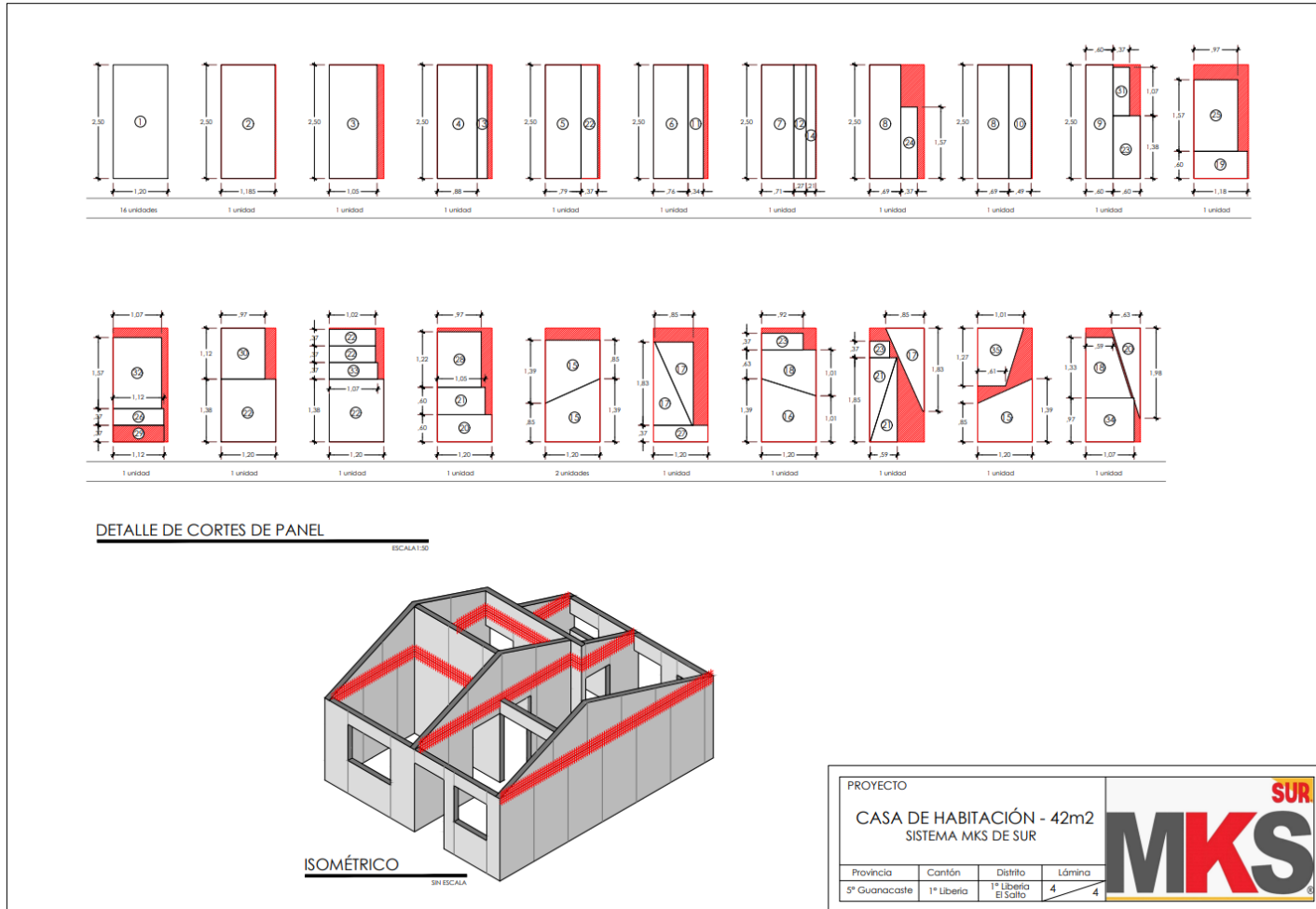
Lámina 3/4 CASA DE HABITACIÓN – 42 m<sup>2</sup>



Nota. La figura muestra la panelización para el armado de las paredes con el sistema MKS.

Figura 39 Lámina 4/4 CASA DE HABITACIÓN – 42 m<sup>2</sup>


Lámina 3/4 CASA DE HABITACIÓN – 42 m<sup>2</sup>



Nota. La figura muestra los detalles de corte de los paneles y el isométrico de la casa con el sistema MKS.

Figura 40

Oferta de materiales de MKS y análisis de proyecto - Casa 42m².

<b>GRUPO SUR QUÍMICA</b>							
<b>OFERTA DE MATERIALES</b>							
<b>Fecha de elaboración</b>	5 de enero de 2024						
<b>Nombre del proyecto</b>	Proyecto El Salto						
<b>Lugar de entrega</b>	El Salto de Guanacaste						
<b>Materiales ofertados</b>							
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>1 casa</b>	<b>4 casas</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo unitario (₡)</b>	<b>Costo total (₡)</b>	
57200-060-M2	Panel Simple Estructural PSE 60	111	444	m²	₡6.300	₡2,797,200.00	
57620-060-00	Malla tipo U TU 60	77	308	Unidad	₡966	₡297,528.00	
57610-260-00	Malla plana refuerzo MP 260	109	436	Unidad	₡609	₡265,524.00	
57600-325-00	Malla Angular MA 325 (esquinero)	38	152	Unidad	₡1.103	₡167,656.00	
39225-725-K40	Pegasur Proyectable MCE 225	332	1328	Saco 40 kg	₡4.214	₡5,596,192.00	
Subtotal						₡9.124.100,00	
Impuesto de valor agregado						₡1.186.133,00	
<b>Total</b>						<b>₡10.310.233,00</b>	
<b>Notas</b>							
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El monto de esta oferta puede variar con los planos constructivos completos.</li> <li>2. Las cantidades ofertadas deben ser revisadas y avaladas por el cliente. Cualquier duda respecto a las cantidades comunicarse con el área comercial.</li> <li>3. El monto de esta oferta podría variar una vez que se haga el análisis estructural completo.</li> <li>4. Las recomendaciones dadas por el Departamento Técnico deben ser avaladas por el profesional responsable de la obra</li> </ol>							

5. Los materiales son calculados con base en el rendimiento teórico, estas cantidades pueden verse modificadas por distintos factores ajenos a SUR Química.
6. Oferta válida por 30 días.
7. Se considera el uso de pines en #3@20 cm en zigzag para anclaje de paneles a losa flotante. El acero de los anclajes no está incluido.
8. No se considera desplante.
9. Se consideran tapicheles externos, según planos entregados. Ver detalle en planos.
10. Para las paredes se está cotizando panel simple estructural con núcleo de EPS de 6 cm con 3.5 cm de recubrimiento por cara para un espesor final de 13 cm. Se propone utilizar el mortero Pegasur Proyectable MCE 225.
11. Se proponen alturas de panel de 2.50m, según planos entregados, el resto de la altura se contempla en tapicheles. Ver detalle en lámina 1/ FACHADA PRINCIPAL.
12. La oferta contempla un 5% de desperdicio en paneles, esto debido al desperdicio que puede existir en los cortes del panel y en tapicheles.
13. Se debe conservar la viga propuesta en planos en el eje 3 entre ejes C y E para dar estabilidad a la pared del eje E. Ver detalle en lámina 1/ DETALLE VIGA CORONA EN MKS.
14. Las láminas 3 y 4 muestran la panelización, detalles de corte e isométrico del proyecto.

<b>Representante comercial</b>	Arq. Marco Arias Díaz
--------------------------------	-----------------------

*Nota.* La figura muestra la cotización de los materiales necesarios para construir cuatro casas de 42 m<sup>2</sup> con el sistema constructivo

MKS y las indicaciones técnicas y comerciales.

#### 4.6.2 Procesos de inicio para el proyecto de asesoría técnica en MKS

Al tener la aprobación formal por parte del cliente, entonces se plantea un nuevo proyecto y este arranca con el grupo de procesos de inicio. A continuación, se detalla el acta de constitución del proyecto y la identificación de interesados del proyecto.

**Figura 41**

*Acta de Constitución de Proyecto para asesoría técnica del sistema MKS*

<b>GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN</b>			
<b>ACTA DE CONSTITUCIÓN DE PROYECTO</b>			
<b>Fecha de acta</b>	12 de febrero de 2024		
<b>Nombre del proyecto</b>	Proyecto El Salto Asesoría técnica para la construcción de cuatro casas de 42m <sup>2</sup> en El Salto de Liberia, Guanacaste, con el sistema constructivo MKS.		
<b>Tipo de proyecto</b>	Predictivo		
<b>Grupos de proceso</b>	Inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, cierre		
<b>Área de aplicación</b>	integración, alcance, cronograma, costo, calidad, recursos, comunicaciones, riesgos, adquisiciones, interesados.		
<b>Fecha tentativa de inicio</b>	<b>Fecha tentativa de finalización</b>	<b>Duración</b>	
12 de febrero de 2024	20 de junio de 2024	Cuatro meses	
<b>Objetivos del proyecto</b>			
Objetivo general: Brindar la asesoría técnica e inspección de obra necesaria para asegurar el correcto uso del sistema constructivo MKS en la construcción de viviendas con este sistema.			
Objetivos específicos:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar los requisitos necesarios para poder brindar una asesoría técnica completa según las necesidades del cliente.</li> <li>2. Desarrollar los planos y detalles constructivos necesarios para la construcción de cuatro casas de 42m<sup>2</sup>.</li> <li>3. Desarrollar el plan para la dirección del proyecto para que sirva de guía en los distintos grupos de procesos del proyecto.</li> <li>4. Capacitar al personal de campo sobre la instalación del sistema constructivo MKS para que este sea utilizado correctamente.</li> <li>5. Inspeccionar la obra durante su ejecución para verificar y/o corregir los aspectos técnicos identificados durante la construcción.</li> </ol>			



6. Registrar los principales indicadores de rendimiento sobre el consumo de materiales y mano de obra con el fin de detectar y corregir desviaciones en las líneas base planteadas.
7. Realizar el cierre del proyecto para verificar el cumplimiento de los requisitos y registrar las lecciones aprendidas de la ejecución del proyecto.

### **Justificación del proyecto**

El sector de la construcción es una parte esencial de la economía nacional y global y desempeña un papel fundamental en el desarrollo de las sociedades. De esta manera, dentro de nuestro país, el sector construcción tiene un papel fundamental en el desarrollo y crecimiento económico de la Nación. Al ser un sector estrechamente vinculado con el contexto económico, las principales variables tienen una incidencia directa sobre los resultados y el comportamiento de las actividades de construcción, por lo que este sector se enfrenta a una serie de desafíos críticos que requieren soluciones innovadoras.

El uso del sistema constructivo MKS presenta ventajas tanto en el costo de los materiales como en el tiempo de ejecución de obra en comparación a los sistemas tradicionales, por lo que su comercialización favorece el desarrollo de la construcción, sin embargo, no todos los usuarios conocen bien estos beneficios o los procesos constructivos necesarios para poder obtener un producto final de calidad.

Por este motivo, se reconoce la necesidad brindar la asesoría técnica necesaria para que la construcción de las cuatro casas de 42 m<sup>2</sup> se ejecuten correctamente y cumplan con los requisitos de los distintos códigos de diseño y las especificaciones técnicas.

Esta asesoría busca no solo optimizar los procesos constructivos, sino también promover la sostenibilidad, mejorar la calidad y reducir los costos de la obra. Además, con la asesoría brindada se busca la estandarización de procesos y procedimientos y una mayor eficiencia en la ejecución del proyecto, lo cual conduce a una reducción de los tiempos de ejecución, minimización de retrasos y una mayor productividad en general.

El seguimiento de la obra por parte del equipo técnico promueve un mejor control de los costos en el proyecto, con el fin de que la empresa pueda mejorar su rentabilidad y competitividad.

Por otro lado, al normalizar los estándares de calidad y los procedimientos de control de calidad, la empresa garantiza una mayor consistencia en la entrega de proyectos. Esto se traduce en una mejora de la satisfacción del cliente

### **Descripción del proyecto**

El departamento de Servicio Técnico Construcción de GSQ brinda el servicio de asesoría y asistencia técnica al cliente IRV Construcciones, quien construye cuatro casas de 42m<sup>2</sup> con el sistema constructivo MKS.

Para llevar a cabo esta asesoría el equipo técnico desarrolla el plan de dirección para el proyecto que busca establecer los una guía sobre cómo se ejecuta, controla y aprueban cada uno de los entregables necesarios de modo que la construcción de las paredes en con el sistema se ejecute de manera eficiente y efectiva.

También el proyecto incluye la capacitación necesaria referente al procedimiento constructivo para el uso de MKS al personal de campo, ingenieros y demás profesionales que estén asociados a la construcción.

Además, durante la ejecución de la construcción se brinda el servicio de inspección para fiscalizar que los procedimientos se cumplan y la obra se construya correctamente.

Adicionalmente, durante la obra, el técnico registra las cantidades de los principales materiales utilizados, como el mortero y los paneles, así como el rendimiento de mano para

poder calcular indicadores de consumo y desarrollar un registro que enriquezca la base de datos para así poder realizar estimaciones más certeras.					
<b>Supuestos</b>					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se cuenta con el apoyo de los interesados para el uso del sistema constructivo MKS en la construcción de las cuatro viviendas.</li> <li>2. El cliente cuenta con el terreno, los fondos y los permisos de construcción correspondientes para ejecutar la obra.</li> <li>3. Las losas de contrapiso que soportan las paredes ya están construidas.</li> <li>4. El Asesor Técnico responsable del proyecto tiene experiencia y los conocimientos necesarios para brindar la asesoría de MKS necesaria.</li> <li>5. El cliente tiene la mano de obra necesaria para ejecutar el proyecto en el plazo planificado.</li> </ol>					
<b>Restricciones</b>					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se tiene un presupuesto definido para la ejecución del proyecto.</li> <li>2. La alta rotación del personal de campo puede afectar la capacitación y desarrollo de la construcción.</li> <li>3. Durante la ejecución del proyecto pueden llegar a presentarse afectaciones no previstas en los estudios preliminares que requieran la modificación de los planes de gestión correspondientes.</li> <li>4. La lluvia y clima adverso pueden llegar a afectar la ejecución del proyecto.</li> </ol>					
<b>Identificación de riesgos</b>					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Si se atrasa alguna materia prima para la fabricación de alguno de los componentes del sistema MKS puede que se atrasen las entregas y afecte el cronograma propuesto.</li> <li>2. Si el cliente tiene problemas de flujo de efectivo y no puede continuar la obra hasta solucionarlo puede que se afecte el cronograma planteado.</li> <li>3. Si el personal de campo no acata los procedimientos, indicaciones o correcciones realizadas por el asesor técnico durante las visitas de inspección puede que se afecte la calidad de la construcción.</li> <li>4. Si se detectan problemas severos de calidad en la construcción puede que el técnico deba realizar más visitas de las planificadas y se afecte el costo del proyecto de asesoría.</li> </ol>					
<b>Recursos y presupuesto general</b>					
Entregable	Recurso	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Reunión de arranque	Elaboración de muestras	Global	1	€20.000	€20.000
	Atención al cliente	Global	1	€50.000	€50.000
Inspección de obra	Combustible	Litros	480	€716	€343.680
	Hospedaje	Día	16	€30.000/día	€480.000
	Viáticos	Día	16	€17.000/día	€272.000
Planos, detalles constructivos	Suministros de oficina	Global	1	€15.000	€15.000
				<b>TOTAL</b>	<b>€1.180.680</b>

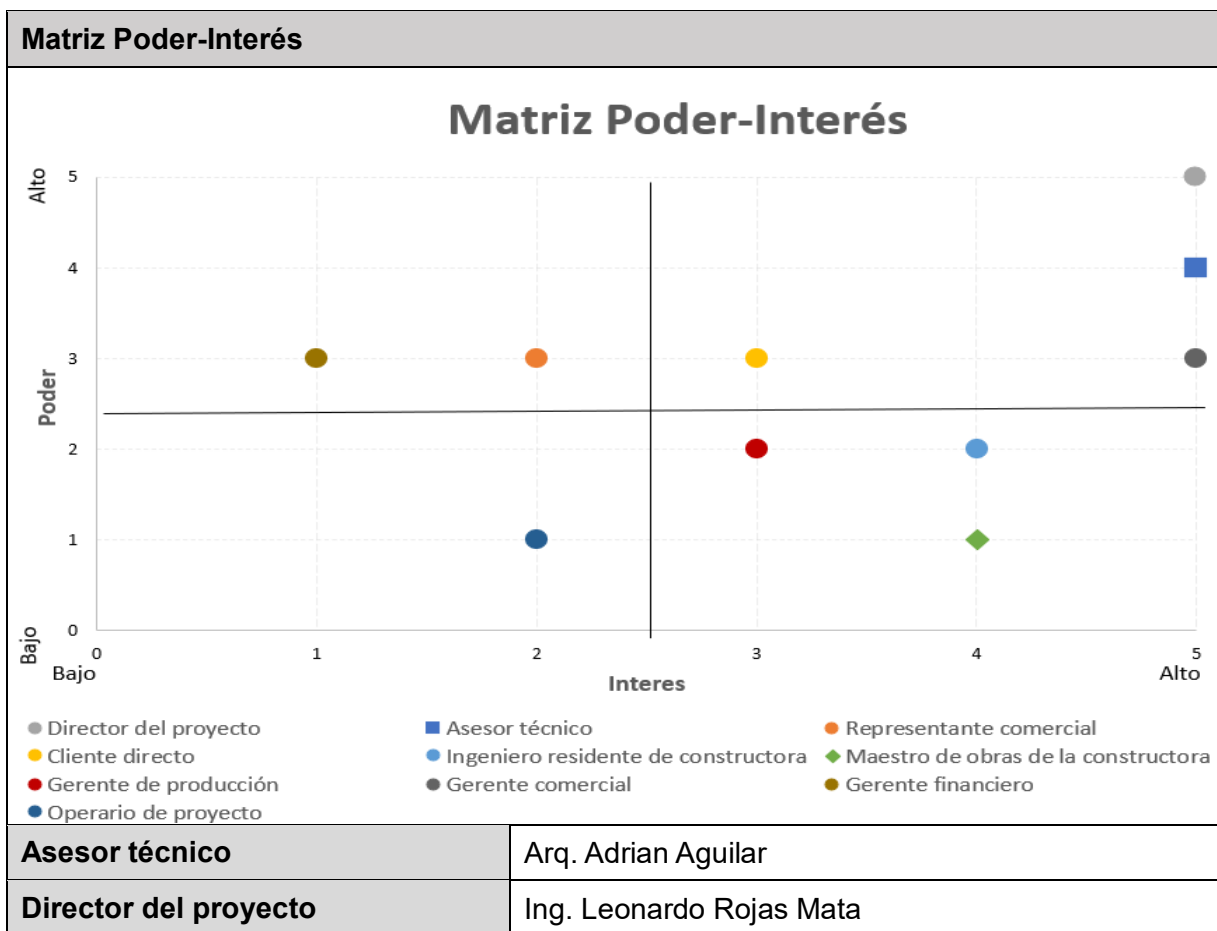
<b>Cronograma de hitos</b>	
<b>Nombre del hito</b>	<b>Fecha finalización</b>
Inicio de proyecto	12 de febrero de 2024
Recopilación de requisitos	16 de febrero de 2024
Plan de dirección del proyecto	12 de marzo de 2024
Capacitación técnica	14 de marzo de 2024
Inspección de obra	4 de junio de 2024
Métricas de calidad	11 de junio de 2024
Cierre del proyecto	20 de junio de 2024
<b>Información histórica relevante</b>	
<p>En 2015 con el fin de brindar una solución integral al mercado de la construcción, GSQ instaló la planta de producción del sistema tipo emparedado con base en malla tridimensional con relleno de poliestireno expandido el cual comercializa bajo el nombre MKS.</p> <p>A lo largo de estos años la empresa se ha caracterizado de brindar soluciones para el sector construcción que desee utilizar un sistema innovador, rápido y rentable. Para ello comercializa el MKS junto con la línea de morteros de la marca Kermill que sirve para repellar las paredes y entregar a los clientes un producto de alta calidad y resistencia. Para asegurarse que los productos se utilicen de forma adecuada, la compañía se ha caracterizado por brindar un acompañamiento técnico que promueve la capacitación y el aprendizaje como herramientas para el desarrollo de proyectos constructivos de todo tipo. Así como el servicio de inspección para la fiscalización de los procedimientos empleados y buscar la satisfacción de los usuarios.</p>	
<b>Identificación de interesados</b>	
<p>Involucrados directos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Director de proyecto</li> <li>• Asesor técnico</li> <li>• Representante comercial</li> <li>• Cliente directo</li> <li>• Ingeniero residente de la constructora</li> <li>• Maestro de obras de la constructora</li> </ul> <p>Involucrados indirectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerente de producción</li> <li>• Gerente comercial</li> <li>• Gerente financiera</li> <li>• Operarios del proyecto</li> </ul>	
<b>Asesor Técnico</b>	Arq. Adrian Aguilar
<b>Director del proyecto</b>	Ing. Leonardo Rojas Mata

*Nota.* Acta de Constitución para el desarrollo del proyecto de asesoría técnica para la construcción de cuatro casas de 42m<sup>2</sup> en El Salto de Guanacaste con el sistema constructivo MKS. Basado en formato de Acta de constitución aportado por la UCI para el curso de SG.

Figura 42

*Identificación y análisis de interesados para el proyecto de asesoría técnica del sistema MKS*

<b>GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN</b>				
<b>IDENTIFICACIÓN DE INTERESADOS</b>				
<b>Fecha</b>		14 de febrero de 2024		
<b>Nombre del proyecto</b>		Proyecto El Salto		
<b>Identificación de interesados</b>				
<b>Nombre del Interesado</b>	<b>Función</b>	<b>Posición</b>	<b>Poder</b>	<b>Interés</b>
	Director del proyecto	A favor	5	5
	Asesor técnico	A favor	4	5
	Representante comercial	A favor	3	2
	Cliente directo	A favor	3	3
	Ingeniero residente de constructora	Neutral	2	4
	Maestro de obras de la constructora	Neutral	1	4
	Gerente de producción	A favor	2	3
	Gerente comercial	A favor	3	5
	Gerente financiero	Neutral	3	1
	Operario de proyecto	Neutral	1	2




*Nota.* La figura muestra los distintos interesados en el desarrollo del proyecto de asesoría técnica para la construcción con el sistema MKS, así como la matriz de Poder-Interés correspondiente.

#### 4.6.3 Procesos de planificación para el proyecto de asesoría en MKS

Luego de desarrollar los procesos de inicio para el proyecto se desarrollan los procesos de planificación para las distintas áreas del conocimiento, iniciando por la gestión del alcance, cronograma, costos, calidad, comunicaciones, riesgo y concluyendo el involucramiento de los interesados para así compilar los distintos planes que componen el plan de dirección del proyecto. Para este caso específico no se requieren asesorías o análisis especiales por lo que no se requieren adquisiciones adicionales.

Figura 43

Requisitos para el proyecto de asesoría técnica del sistema MKS

<b>GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN PLAN DE GESTIÓN DEL ALCANCE</b>			
<b>Fecha</b>	16 de febrero de 2024		
<b>Nombre del proyecto</b>	Proyecto El Salto		
<b>Recopilación de requisitos</b>			
<b>Documento</b>	<b>Datos</b>		<b>Observaciones</b>
Planos	m <sup>2</sup> de construcción	42 m <sup>2</sup> por casa	El proyecto inicialmente consta de la construcción de cuatro casas
	Uso del sistema (Estructural/Cerramiento)	Estructural	El MKS funciona como sistema portante
Presupuesto del proyecto	Monto presupuestado	₡2.577.558,30 por casa	Monto total por las cuatro casas ₡10.310.233
	m <sup>2</sup> de MKS	111 m <sup>2</sup> de MKS por casa	444 m <sup>2</sup> por las cuatro casas
	₡/m <sup>2</sup> de MKS	₡23.221,24/m <sup>2</sup> de MKS	Costo incluye paneles mallas y mortero
	₡/m <sup>2</sup> de construcción (MKS)	₡61.371,15/m <sup>2</sup> de construcción	Costo de MKS por m <sup>2</sup> de construcción
Detalles constructivos	Tipo y espesor de panel	Panel Simple Estructural 60	Panel con núcleo de EPS de 6 cm
	Tipo y espesor de mortero	Pegasur Proyectable MCE 225 a 3.5cm por cada lado	Espesor total de pared de 13 cm
	Detalles constructivos adicionales	Detalles incluidos en láminas 1, 2, 3 y 4	
Manual de diseño de MKS	Procedimiento constructivo	Proceso secuencial	Construcción de cuatro casas en serie
Código Sísmico de Costa Rica	Diseño simplificado	X	Proyecto cumple requisitos establecidos en el CSCR-10
	Diseño formal	N/A	N/A
<b>Asesor técnico</b>	Arq. Adrian Aguilar		

*Nota.* La figura muestra los requisitos recopilados para el proyecto de asesoría técnica para la construcción de cuatro casas de 42 m<sup>2</sup> cada una con el sistema MKS.

Figura 44

Matriz de trazabilidad de requisitos para el proyecto de asesoría técnica del sistema MKS

GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN								
PLAN DE GESTIÓN DEL ALCANCE								
Fecha de elaboración:		16 de febrero de 2024						
Fecha de corte (Estado):		16 de febrero de 2024						
Nombre del proyecto		Proyecto El Salto						
Matriz de trazabilidad de requisitos								
ID	Requisito	Descripción	Objetivo	Entregable EDT	Criterio de aceptación	Responsable	Estado	Observaciones
1	Detalles constructivos	Representación gráfica sobre la colocación y uso de los elementos del sistema MKS.	Facilitar los detalles constructivos básicos para el MKS para que se promover el uso eficiente del sistema constructivo	1.3.2 Capacitaciones	Láminas arquitectónicas, estructurales y de detalles específicos	Dibujante	Completado	
2	Costo del m <sup>2</sup> de MKS	Costo por m <sup>2</sup> del producto que incluya paneles, mortero y mallas de refuerzo	Brindar una opción económica y de calidad que para competir con los sistemas tradicionales	1.4.2 Métricas de calidad	<math>\leq 25.000/m^2</math> de MKS	Asesor técnico	Completado	
3	Calidad del acero	El acero es uno de los componentes claves del sistema y se debe garantizar la calidad del que se utiliza para el MKS	Utilizar acero que sobrepase las especificaciones del CSCR-10 para brindar un producto de alta calidad	1.4.2 Métricas de calidad	Acero A1/SAE 1008 calibre 14 o superior	Control de calidad	Pendiente	
4	Resistencia a la compresión del mortero	El mortero brinda capacidad portante al inmueble y resistencia por lo que se debe utilizar	Utilizar un mortero que sobrepase las especificaciones del CSCR-10 para brindar	1.4.2 Métricas de calidad	$f'c > 120 \text{ kg/cm}^2$	Control de calidad	Pendiente	




		una mezcla con propiedades mecánicas comprobadas	un producto con la resistencia necesaria					
5	Charlas técnicas	Descripción y uso del sistema constructivo	Educación al personal de obra sobre el uso adecuado del sistema constructivo MKS	1.3.2 Capacitaciones	Al menos una sobre instalación de paneles y otra en proyección del mortero	Asesor técnico	Pendiente	
6	Informes de inspección	Informe escrito de las visitas periódicas de inspección por parte de asesor técnico	Fiscalizar el proceso constructivo para garantizar el uso adecuado del MK	1.3.4 Informes de inspección	Un informe por cada visita realizada	Asesor técnico	Pendiente	
7	Rendimiento del mortero	Consumo de sacos de mortero por m <sup>2</sup> de panel de	Controlar el consumo de mortero de la obra para evitar sobrecostos en la construcción	1.3.3 Métricas de desempeño	< 3 sacos/m <sup>2</sup>	Asesor técnico	Pendiente	
8	Dosificación de agua	Porcentaje de agua que se incluye por saco de mortero	Controlar la relación agua/cemento con el fin de mantener las propiedades mecánicas del producto	1.4.2 Métricas de calidad	<7.5l de agua por saco	Asesor técnico	Pendiente	
9	Desperdicio del panel	Porcentaje de panel que no se utiliza	Promover el uso eficiente de los paneles de MKS para evitar el exceso de desperdicio	1.3.3 Métricas de desempeño	< 5%	Asesor técnico	Pendiente	
10	Desviación de oferta	Porcentaje de material adicional al cotizado necesario para completar la obra	Depurar los rendimientos de los productos cotizados con el fin de brindar ofertas más exactas	1.3.3 Métricas de desempeño	< 1%	Asesor técnico	Pendiente	
<b>Asesor técnico</b>			Arq. Adrian Aguilar					
<b>Director técnico</b>			Ing. Leonardo Rojas					

*Nota.* La figura muestra la matriz de trazabilidad de requisitos para el proyecto de asesoría técnica para la construcción de cuatro casas de 42 m<sup>2</sup> con el sistema constructivo MKS.



Figura 45

Definir el alcance para el proyecto de asesoría técnica del sistema MKS

<b>GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN</b>		
<b>PLAN DE GESTIÓN DEL ALCANCE</b>		
<b>Fecha</b>	16 de febrero de 2024	
<b>Nombre del proyecto</b>	Proyecto El Salto	
<b>Enunciado del alcance del proyecto</b>		
<p>El proyecto que se ejecute corresponde al servicio de asesoría técnica brindada por el departamento de Servicio Técnico Construcción de GSQ para la construcción de cuatro viviendas de 42m<sup>2</sup> cada una en la zona de El Salto, en Liberia, Guanacaste.</p> <p>Este servicio consiste en la revisión y elaboración de detalles constructivos asociados al MKS, la capacitación al personal de campo que se encarga de la construcción, inspección de la obra durante la ejecución, cálculo y registro de indicadores de rendimiento de materiales y mano de obra, así como la atención en general a los distintos interesados en el proyecto de modo que el sistema constructivo se utilice de la forma correcta y genere un producto de calidad.</p>		
<b>Entregables del proyecto</b>	<b>Criterio de aceptación para cada entregable</b>	
1.1.1 Acta de constitución del proyecto	Descripción de alto nivel sobre el proyecto. Incluye objetivos generales y específicos, justificación, descripción del proyecto, los supuestos, restricciones y riesgos preliminares, estimación del costo y duración del proyecto, así como información histórica y una identificación preliminar de los interesados.	
1.1.2 Identificación de interesados	Identifica los interesados del proyecto, establece su posición respecto al desarrollo de este, el poder y el interés de cada uno de ellos. Incluye la Matriz Poder-Interés.	
1.2.1 Plan de gestión del alcance	Incluye la recopilación de requisitos, matriz de trazabilidad, enunciado del alcance, entregables del proyecto, criterios de aceptación, las exclusiones del proyecto y EDT con entregables y paquetes de trabajo.	
1.2.2 Plan de gestión del cronograma	Incluye las actividades de la EDT, las actividades predecesoras y la duración estimada. El método de programación y el cronograma que sirve de línea base para la duración del proyecto	
1.2.3 Plan de gestión de los costos	Incluye el presupuesto detallado de la obra, el monto unitario, la cantidad necesaria y el costo total de modo que se obtiene la línea base del costo del proyecto.	
1.2.4 Plan de gestión de la calidad	Detalla el objetivo de calidad claramente e incorpora las métricas de calidad y los requisitos	

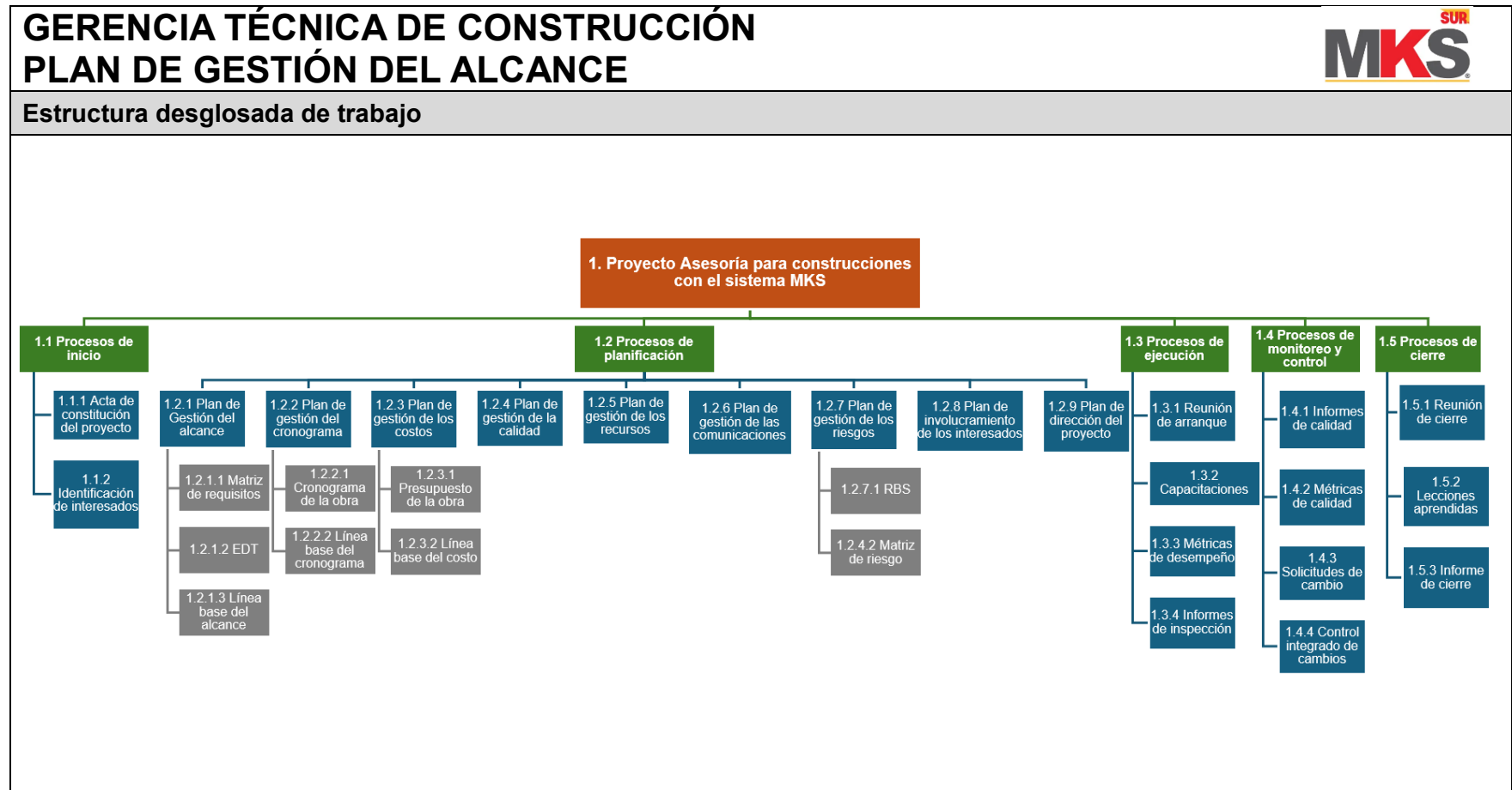
	que estas deben cumplir, la frecuencia y el documento o norma de referencia que se utiliza
1.2.5 Plan de gestión de los recursos	Detalla claramente los recursos humanos necesarios, su rol, responsabilidad y las competencias necesarias. Además, los recursos físicos adicionales que se requieren y los requerimientos que estos deben cumplir.
1.2.6 Plan de gestión de las comunicaciones	Establece los canales de comunicación y la frecuencia necesaria para ejecutar cada actividad de modo que se garanticen la comunicación efectiva entre los interesados.
1.2.7 Plan de gestión de los riesgos	Incluye RBS, escala de calificación de riesgos y matriz de riesgos.
1.2.8 Plan de involucramiento de los interesados	Identifica la estrategia de comunicación, medio de comunicación y frecuencia para garantizar el involucramiento de cada uno de los interesados.
1.2.9 Plan de dirección del proyecto	Incluye la recopilación de todos los planes de gestión desarrollados.
1.3.1 Reunión de arranque	Descripción del plan de dirección del proyecto, detalle de expectativas y rendimientos esperados.
1.3.2 Capacitación de proceso constructivo	Presentación del proceso constructivo al personal del proyecto. Se incluyen los siguientes temas: Descripción de pasos preliminares, instalación de los paneles, colocación de refuerzos, colocación de instalaciones electromecánicas, dosificación de agua para mortero, proyección del mortero, acabado de paredes.
1.3.3 Métricas de desempeño	Detalla el rendimiento obtenido respecto al consumo de materiales, tiempo de ejecución y gastos del proyecto
1.3.4 Informes de inspección	Informe semanal, detalla el avance de la construcción, verifica el proceso constructivo, identifica oportunidades de mejora, se establecen soluciones
1.4.1 Informes de calidad	Verificación de las propiedades mecánicas de los materiales. Revisión y seguimiento de proceso constructivo.
1.4.2 Métricas de calidad	Cumplimiento de propiedades mecánicas, dosificación de agua, revisión de producto terminado.
1.4.3 Solicitudes de cambio	Incluye descripción del cambio, áreas de afectación y la influencia en el desarrollo del proyecto.
1.4.4 Control integrado de cambios	Detalla el número de solicitud, la fecha de ingreso, persona que solicita, el alcance del

	cambio, la afectación que tiene en costo y tiempo y el estado en que se encuentra.
1.5.1 Reunión de cierre	Entrega formal de la construcción a satisfacción del cliente.
1.5.2 Lecciones aprendidas	Identifica el problema y propone una o varias soluciones al inconveniente. Registra lo aprendido para próximos proyectos.
1.5.3 Informe de cierre de proyecto	Incluye resumen de los datos de la construcción, los indicadores de rendimiento de los productos y mano de obra. Registra los riesgos materializados y las lecciones aprendidas en el proyecto.
<b>Exclusiones del proyecto</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El proyecto excluye el trámite de permisos ante el CFIA, la Municipalidad o cualquier otro ente estatal o privado.</li> <li>• El proyecto no incluye mano de obra para la ejecución de la construcción, la contratación de esta es responsabilidad del cliente.</li> <li>• GSQ no asume responsabilidad civil de la construcción, esta es obligación del profesional responsable de la obra.</li> <li>• La asesoría está centrada en los productos de MKS, cualquier otro producto ajeno al sistema, como concreto, acero, pintura o demás materiales típicos de una construcción quedan excluidos del proyecto.</li> </ul>	
<b>Asesor técnico</b>	Arq. Adrian Aguilar
<b>Director técnico</b>	Ing. Leonardo Rojas Mata

*Nota.* La figura muestra el enunciado del alcance del proyecto, los entregables, sus criterios de aceptación y las exclusiones del proyecto de asesoría técnica para la construcción de cuatro casas de 42 m<sup>2</sup> cada una con el sistema MKS.

Figura 46


Estructura desglosada de trabajo para el proyecto de asesoría técnica del sistema MKS



Nota. La figura muestra la EDT para el proyecto de asesoría técnica para la construcción de cuatro casas de 42 m<sup>2</sup> cada una con el sistema MKS.

Figura 47

*Cronograma para el proyecto de asesoría en MKS*

<b>GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN</b>		<b>PLANIFICACIÓN DEL CRONOGRAMA</b>		
<b>Fecha de elaboración del cronograma</b>	22 de febrero de 2024			
<b>Fecha de inicio del proyecto</b>	12 de febrero de 2024			
<b>Fecha de finalización del proyecto</b>	20 de junio de 2024			
<b>Nombre del proyecto</b>	Proyecto El Salto			
<b>Planificar la gestión del cronograma</b>				
Herramienta de programación	MS Project			
Unidad de medida	Días			
Periodicidad de actualización	Semanal			
<b>Código EDT</b>	<b>Nombre de las actividades</b>	<b>Predecesoras</b>	<b>Duración estimada</b>	
1.	Asesoría en MKS Proyecto El Salto		94 días	
1.1	Procesos de inicio		4 días	
1.1.1	Acta de constitución del proyecto		2 días	
1.1.2	Identificación de interesados	1.1.1	2 días	
1.2	Procesos de planificación		18 días	
1.2.1	Plan de gestión del alcance		4 días	
1.2.1.1	Matriz de requisitos	1.1.2	1 día	
1.2.1.2	EDT	1.2.1.1	2 días	
1.2.1.3	Línea base del alcance	1.2.1.2	1 día	
1.2.2	Plan de gestión del cronograma		2 días	
1.2.2.1	Cronograma del proyecto	1.2.1.3	2 días	
1.2.2.2	Línea base del cronograma	1.2.2.1	1 día	
1.2.3	Plan de gestión de los costos		3 días	
1.2.3.1	Presupuesto del proyecto	1.2.2.2	3 días	
1.2.3.2	Línea base del costo	1.2.3.1	1 día	
1.2.4	Plan de gestión de la calidad	1.2.3.2	1 día	
1.2.5	Plan de gestión de recursos	1.2.4	1 día	
1.2.6	Plan de la gestión de comunicación	1.2.5	1 día	
1.2.7	Plan de gestión de riesgos		3 días	
1.2.7.1	RBS	1.2.6	1 día	

1.2.7.2	Matriz de riesgo	1.2.7.1	2 días
1.2.8	Plan de gestión de involucramiento de los interesados	1.2.8	1 día
1.2.9	Plan para la dirección del proyecto	1.2.9	1 día
1.3	Procesos de ejecución		65 días
1.3.1	Reunión de arranque	1.2.10	1 día
1.3.2	Capacitación	1.3.1	4 días
1.3.3	Métricas de desempeño	1.3.2	60 días
1.3.4	Informes de inspección	1.3.2	55 días
1.4	Procesos de monitoreo y control		65 días
1.4.1	Informes de calidad	1.3.1	65 días
1.4.2	Métricas de calidad	1.3.1	65 días
1.4.3	Solicitudes de cambio	1.3.1	65 días
1.4.4	Control integrado de cambios	1.3.1	65 días
1.5	Procesos de cierre		7 días
1.5.1	Reunión de cierre	1.3.3, 1.3.4, 1.3.5, 1.4.1, 1.4.2, 1.4.3, 1.4.4	1 día
1.5.2	Lecciones aprendidas	1.5.1	4 días
1.5.3	Informe de cierre del proyecto	1.5.2	2 días

### Cronograma de actividades

Id	Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	tri 1, 2024 ene	feb	mar	tri 2, 2024 abr	may	jun	tri 3, 2024 jul
1		<b>1. Proyecto de asesoría técnica en MKS</b>	<b>94 días</b>	<b>12/2/24</b>	<b>20/6/24</b>							
2		<b>1.1 Procesos de inicio</b>	<b>4 días</b>	<b>12/2/24</b>	<b>15/2/24</b>							
3		1.1.1 Acta de constitución del proyecto	2 días	12/2/24	13/2/24							
4		1.1.2 Identificación de interesados	2 días	14/2/24	15/2/24							
5		<b>1.2 Procesos de planificación</b>	<b>18 días</b>	<b>16/2/24</b>	<b>12/3/24</b>							
6		<b>1.2.1 Plan de gestión del alcance</b>	<b>4 días</b>	<b>16/2/24</b>	<b>21/2/24</b>							
7		1.2.1.1 Matriz de requisitos	1 día	16/2/24	16/2/24							
8		1.2.1.2 EDT	2 días	19/2/24	20/2/24							
9		1.2.1.3 Línea Base del alcance	1 día	21/2/24	21/2/24							
10		<b>1.2.2 Plan de gestión del cronograma</b>	<b>2 días</b>	<b>22/2/24</b>	<b>23/2/24</b>							
11		1.2.2.1 Cronograma de la obra	2 días	22/2/24	23/2/24							
12		1.2.2.2 Línea base del cronograma	1 día	23/2/24	23/2/24							
13		<b>1.2.3 Plan de gestión de los costos</b>	<b>3 días</b>	<b>26/2/24</b>	<b>28/2/24</b>							
14		1.2.3.1 Presupuesto de la obra	3 días	26/2/24	28/2/24							
15		1.2.3.2 Línea base del costo	1 día	28/2/24	28/2/24							
16		1.2.4 Plan de gestión de la calidad	1 día	29/2/24	29/2/24							
17		1.2.5 Plan de gestión de recursos	1 día	1/3/24	1/3/24							
18		1.2.6 Plan de gestión de las comunicaciones	1 día	4/3/24	4/3/24							
19		<b>1.2.7 Plan de gestión de riesgos</b>	<b>3 días</b>	<b>5/3/24</b>	<b>7/3/24</b>							
20		1.2.7.1 RBS	1 día	5/3/24	5/3/24							
21		1.2.7.2 Matriz de riesgos	2 días	6/3/24	7/3/24							

Id	Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	tri 1, 2024			tri 2, 2024			tri 3, 2024
						ene	feb	mar	abr	may	jun	jul
23		1.2.9 Plan de gestión de involucramiento de los interesados	1 día	11/3/24	11/3/24							
24		1.2.10 Plan de dirección del proyecto	1 día	12/3/24	12/3/24							
25		<b>1.3. Proceso de ejecución</b>	<b>65 días</b>	<b>13/3/24</b>	<b>11/6/24</b>							
26		1.3.1 Reunión de arranque de obra	1 día	13/3/24	13/3/24							
27		1.3.2 Capacitación	4 días	14/3/24	19/3/24							
28		1.3.3 Métricas de desempeño	60 días	20/3/24	11/6/24							
29		<b>1.3.4 Informes de inspección</b>	<b>55 días</b>	<b>20/3/24</b>	<b>4/6/24</b>							
42		<b>1.4 Procesos de monitoreo y control</b>	<b>65 días</b>	<b>13/3/24</b>	<b>11/6/24</b>							
43		1.4.1 Informes de calidad	65 días	13/3/24	11/6/24							
44		1.4.2 Métricas de calidad	65 días	13/3/24	11/6/24							
45		1.4.3 Solicitudes de cambio	65 días	13/3/24	11/6/24							
46		1.4.4 Control integrado de cambios	65 días	13/3/24	11/6/24							
47		<b>1.5 Procesos de cierre</b>	<b>7 días</b>	<b>12/6/24</b>	<b>20/6/24</b>							
48		1.5.1 Reunión de cierre	1 día	12/6/24	12/6/24							
49		1.5.2 Lecciones aprendidas	4 días	13/6/24	18/6/24							
50		1.5.3 Informe de cierre	2 días	19/6/24	20/6/24							
51		Fin del proyecto	0 días	20/6/24	20/6/24							6/20

<b>Asesor técnico</b>	Arq. Adrian Aguilar
<b>Director del proyecto</b>	Ing. Leonardo Rojas Mata

Nota. La figura muestra el grupo de procesos para la planificación de la gestión del cronograma para el proyecto de asesoría técnica para la construcción de cuatro casas de 42 m<sup>2</sup> cada una con el sistema MKS.

**Figura 48**

*Presupuesto para el proyecto de asesoría en MKS*

GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN				
PLANIFICACIÓN DE LOS COSTOS				
Fecha de elaboración del presupuesto		26 de febrero de 2024		
Nombre del proyecto		Proyecto El Salto		
Presupuesto del proyecto				
Rubro	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Hospedaje	Noche	16	₡30.000/noche	₡480.000
Viáticos	Día	16	₡17.000	₡272.000
Combustible	Litros	480	₡716	₡343.680
Atención a clientes	Global	1	₡50.000	₡50.000

Elaboración de muestras	Global	1	€20.000	€20.000
Asesorías	Unitaria	0	Según proveedor	€0
Suministros de oficina	Global	1	€15.000	€15.000
<b>Costo total</b>				<b>€1.180.680</b>
<b>Asesor técnico</b>	Arq. Adrian Aguilar			
<b>Director del proyecto</b>	Ing. Leonardo Rojas			

*Nota.* La figura muestra el presupuesto para el proyecto de asesoría técnica para la construcción de cuatro casas de 42 m<sup>2</sup> cada una con el sistema MKS.

**Figura 49**

*Métricas de calidad para el proyecto de asesoría en MKS*

<b>GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN</b>			
<b>PLANIFICACIÓN DE LA CALIDAD</b>			
<b>Fecha de elaboración</b>		29 de febrero de 2024	
<b>Nombre del proyecto</b>		Proyecto El Salto	
<b>Objetivo de calidad</b>			
Brindar una adecuada asesoría técnica a los clientes y constructores para lograr el uso correcto y eficiente del sistema MKS en construcciones.			
<b>Métricas de calidad</b>			
<b>Rubro</b>	<b>Requisito</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Documento de referencia</b>
<b>Recomendaciones y especificaciones técnicas</b>	Detalles constructivos, recomendaciones	Una vez al inicio del proyecto	Planos constructivos Laminas 1, 2, 3 y 4
<b>Visitas de inspección</b>	Revisión de avance y reunión con Ing. Residente	Una vez por semana	Lista de verificación para inspección de obras de MKS
<b>Informes de visita</b>	Detalle del avance de obra, correcciones y/ modificaciones en la construcción	Uno, luego de cada visita de inspección	Lista de verificación para inspección de obras de MKS
<b>Resistencia de fluencia del acero</b>	>7600 kg/cm <sup>2</sup>	Una vez por lote	ASTM A370



<b>Resistencia a la compresión del mortero</b>	>210 kg/cm <sup>2</sup>	Una vez por lote	ASTM C 109
<b>Sacos/m<sup>2</sup></b>	3 sacos/m <sup>2</sup>	Cada visita luego de inicio del repello de paredes	Lista de verificación para inspección de obras de MKS
<b>Espesor de mortero</b>	3.5 cm de cada lado	Cada visita luego de inicio del repello de paredes	Lista de verificación para inspección de obras de MKS
<b>Desperdicio</b>	5%	Luego de cada visita	Oferta de materiales de MKS
<b>Asesor técnico</b>	Arq. Adrian Aguilar		
<b>Director del proyecto</b>	Ing. Leonardo Rojas		

*Nota.* La figura muestra el proceso de planificar la gestión de la calidad para el proyecto de asesoría técnica para la construcción de cuatro casas de 42 m<sup>2</sup> cada una con el sistema MKS.

**Figura 50**

*Planificación de los recursos para proyecto de asesoría en MKS*

<b>GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN</b>				
<b>PLANIFICACIÓN DE RECURSOS</b>				
<b>Fecha de elaboración</b>		1 de marzo de 2024		
<b>Nombre del proyecto</b>		Proyecto El Salto		
<b>Recurso</b>	<b>Rol</b>	<b>Autoridad</b>	<b>Responsabilidades</b>	<b>Competencias</b>
Leonardo Rojas	Director del proyecto	Alta	Liderar al equipo de proyecto y cumplir con los objetivos del proyecto	Gerencia de proyectos, MS Project, MS Office, AutoCAD
Adrián Aguilar	Asesor técnico	Media	Asesorar al equipo de ejecución del proyecto, cumplir la norma constructiva	AutoCAD, MS Project, MS Office
Sandra Marín	Presupuestista	Baja	Cuantificar los materiales, elaborar el presupuesto de la obra, generar los informes correspondientes	AutoCAD, MS Project, MS Office




José Domínguez	Asistente	Baja	Dibujar planos y detalles constructivos, realizar presentaciones.	AutoCAD, MS Project, MS Office
<b>Recursos físicos adicionales</b>				
No se requieren recursos adicionales para este proyecto.				
<b>Director del proyecto</b>		Ing. Leonardo Rojas		

*Nota.* La figura muestra los recursos que se planifican para el proyecto de asesoría técnica para la construcción de cuatro casas de 42 m<sup>2</sup> cada una con el sistema MKS. El recurso humano detallado en la figura forma parte de la planilla de GSQ.

### Figura 51

*Matriz de comunicaciones para el proyecto de asesoría en MKS*

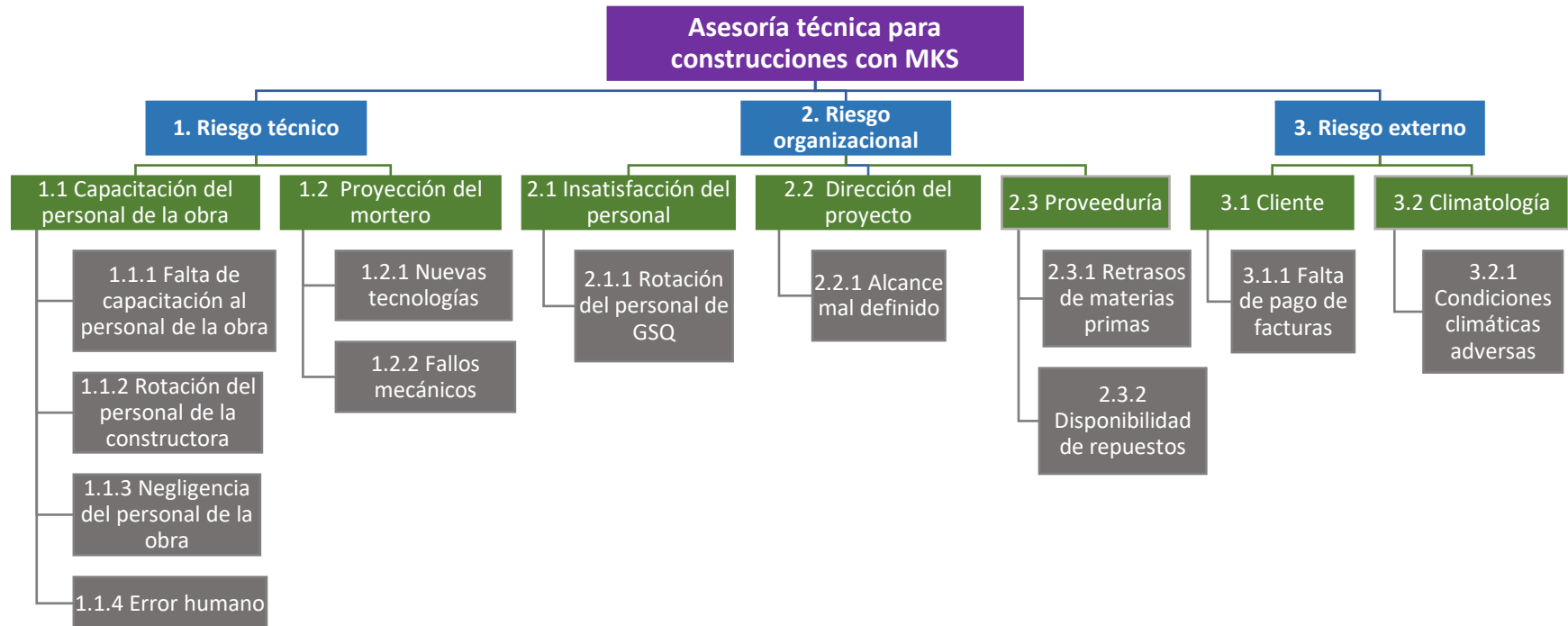
<b>GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN</b>			<b>PLANIFICACIÓN DE LAS COMUNICACIONES</b>			
<b>Fecha de elaboración</b>		4 de marzo de 2024				
<b>Nombre del proyecto</b>		Proyecto El Salto				
<b>Matriz de comunicaciones</b>						
<b>Asunto</b>	<b>Medio</b>	<b>Descripción</b>	<b>Responsable</b>	<b>Receptor</b>	<b>Respuesta</b>	
Plan de dirección del proyecto	Correo electrónico	Modo de planificación, ejecución, monitoreo y control y cierre del proyecto	Asesor técnico	Director técnico	Aprobación del plan de dirección del proyecto	
Detalles constructivos	Correo electrónico	Elaboración de planos y detalles constructivos en AutoCAD	Dibujante	Asesor técnico/ Director técnico	Aprobación de detalles constructivos	
Visita de inspección	Informe técnico	Revisión avance de obra, oportunidades de mejora	Asesor técnico	Cliente, Maestro de obras, Director de proyecto	Corrección de mejoras detalladas	

Solicitud de cambio	Informe de solicitud de cambio	Modificación del alcance y líneas base aprobadas	Asesor técnico	Equipo del proyecto	Aprobación o rechazo de solicitud
Control integrado de cambios	Control integrado de cambios	Registro de las solicitudes de cambio y su estado	Asesor técnico	Director del proyecto	Actualización de líneas base
<b>Observaciones</b>					
La matriz de comunicaciones se debe actualizar según el avance y necesidades del proyecto.					
<b>Asesor técnico</b>		Arq. Adrian Aguilar			
<b>Director del proyecto</b>		Ing. Leonardo Rojas			

*Nota.* La figura muestra la matriz de comunicaciones para el proyecto de asesoría técnica para la construcción de cuatro casas de 42 m<sup>2</sup> cada una con el sistema MKS.

Figura 52

Estructura desglosada de riesgo para el proyecto de asesoría técnica en MKS



*Nota.* La figura muestra la de RBS para el proyecto de asesoría técnica para la construcción de cuatro casas de 42 m<sup>2</sup> cada una con el sistema MKS.

Figura 53

Matriz de riesgos para el proyecto de asesoría técnica de MKS

<b>GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN</b>					
<b>PLANIFICACIÓN DE LOS RIESGOS</b>					
<b>Fecha de elaboración</b>		5 de marzo de 2024			
<b>Nombre del proyecto</b>		Proyecto El Salto			
<b>Matriz de riesgo</b>					
<b>Cod</b>	<b>Causa</b>	<b>Descripción del riesgo e impacto</b>	<b>Referencia</b>	<b>WBS</b>	<b>Responsable</b>
RT002	Rotación del personal de la constructora	Si hay una alta rotación del personal de la obra debido a la falta de mano de obra calificada en la zona del proyecto puede que se requieran más visitas de capacitación y aumente el costo de la obra	Índice de escolaridad	1.3.2	Adrian Aguilar
RT003	Negligencia del personal de la obra	Si la información y correcciones detalladas por el asesor técnico en sus informes de visita no se realizan debido a negligencia del personal de campo puede que se afecte la calidad del producto	Falta de comunicación	1.3.4	Adrian Aguilar
RE011	Retraso de pagos	Si la constructora no paga las facturas debido a problemas de liquidez puede que no se despachen los materiales y se atrase el cronograma	Problemas de liquidez		Adrian Aguilar
RO010	Disponibilidad de repuestos para equipos de proyección	Si no hay repuestos para la reparación de los equipos de proyección que alquila la compañía debido a su disponibilidad en el mercado se puede retrasar el cronograma del proyecto	Disponibilidad de recursos		Adrian Aguilar
RT005	Nuevas tecnologías	Si el personal de obra no proyecta el mortero y lo utiliza manualmente debido a la resistencia al cambio y a las nuevas tendencias se puede afectar la calidad final del producto	Falta de capacitación	1.3.2	Adrian Aguilar
RT001	Falta de capacitación al personal de la obra	Si el personal que ejecuta el proyecto no recibe la capacitación adecuada debido a una inducción pobremente diseñando puede que se afecte la calidad del producto final.	Plan de capacitación	1.3.2	Adrian Aguilar
RT006	Fallos mecánicos de equipo de proyección	Si se dan fallos mecánicos con los equipos de proyección que alquila la empresa debido al uso inadecuado del equipo se puede retrasar el cronograma del proyecto	Falta de capacitación		Adrian Aguilar
RO007	Rotación de personal de GSQ	Si el asesor técnico responsable de la obra renuncia debido a las condiciones laborales desfavorables se puede afectar la calidad del servicio	Condiciones laborales desfavorables		Leonardo Rojas
RO009	Retrasos de materias primas	Si existen retrasos en la llegada de materias primas a la empresa que retrasen la fabricación de los productos puede que no se puedan entregar los materiales y se retrase el cronograma	Disponibilidad de recursos		Adrian Aguilar
RO008	Alcance mal definido	Si hay partes de la construcción que no se contemplaron debido a una mala interpretación del proyecto puede que se afecte el alcance del proyecto	Contrato de obra		Adrian Aguilar
RE012	Condiciones climatológicas	Si no es posible trabajar en el proyecto debido a las fuertes lluvias y condiciones climatológicas adversas puede afectarse el cronograma de entregas de la obra..	Climatología		Adrian Aguilar
RT004	Error humano	Si el asesor técnico no realiza correctamente la medición y cuantificación de las cantidades de material debido a errores humanos puede que se afecte la calidad de las métricas de desempeño	Métricas de desempeño	1.3.3	Adrian Aguilar



Cod	Probabilidad	Impacto	Rango	Estrategia	Acción preventiva	Respaldo	Plan de contingencia	Reservas		Disparador	Probabilidad post plan	Impacto post plan	Rango post plan
								Días	\$				
RT002	0.6	0.6	0.36	Mitigar	Hacer refrescamientos de conceptos técnicos en cada visita de inspección de modo que el personal se mantenga en constante aprendizaje						0.8	0.2	0.16
RT003	0.4	0.6	0.24	Mitigar	Condicionar la garantía de los productos						0.2	0.4	0.08
RE011	0.3	0.6	0.18	Mitigar	Arreglos de pago						0.3	0.1	0.03
RO010	0.3	0.6	0.18	Evitar	Contar con inventario de repuestos						0.1	0.6	0.06
RT005	0.4	0.4	0.16	Evitar	Condicionar la garantía de los productos						0.1	0.4	0.04
RT001	0.2	0.8	0.16	Mitigar	Revisión periódica del plan de capacitación por parte del equipo técnico						0.1	0.2	0.02
RT006	0.3	0.5	0.15	Mitigar	Capacitación sobre el uso del equipo y el mantenimiento preventivo necesario						0.2	0.3	0.06
RO007	0.3	0.4	0.12	Escalar	Mejorar condiciones para retener al personal						0.1	0.4	0.04
RO009	0.2	0.6	0.12	Mitigar	Compra de contratipos de materia prima						0.2	0.1	0.02
RO008	0.2	0.5	0.1	Evitar	Informe de alcance del proyecto						0	0.5	0
RE012	0.2	0.4	0.08	Aceptar			Se aumenta el tiempo en el cronograma	15		Clima	0.2	0.4	0.08
RT004	0.2	0.2	0.04	Mitigar	Comparar información de campo contra las facturas del proyecto						0.1	0.2	0.02
	<b>Riesgo general del proyecto</b>		<b>0.16</b>				<b>Total de reservas</b>	<b>15 días</b>			<b>Riesgo general del proyecto</b>		<b>0.05</b>

**Observaciones**

Escala de calificación:

Escala de calificación	Min	Max
Alto	0.2	0.99
Moderado	0.06	0.20
Bajo	0.01	0.06

Se toman en consideración los riesgos para la construcción de cuatro casas de 42 m<sup>2</sup> cada una.


El riesgo general del proyecto se baja de 0.16 a 0.05.

<b>Asesor técnico</b>	Arq. Adrian Aguilar
<b>Director del proyecto</b>	Ing. Leonardo Rojas

*Nota.* La figura muestra la matriz de riesgos de los riesgos identificados para el proyecto de asesoría técnica para la construcción de cuatro casas de 42 m<sup>2</sup> cada una con el sistema MKS. Basado en formato de Matriz de Riesgos aportado por la UCI para el curso de Gestión de Riesgos.

Figura 54

Plan de gestión del involucramiento de los interesados para el proyecto de asesoría técnica de MKS

<b>GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN PLANIFICACIÓN DEL INVOLUCRAMIENTO</b>			
<b>Fecha de elaboración</b>	11 de marzo de 2024		
<b>Nombre del proyecto</b>	Proyecto El Salto		
<b>Plan de gestión del involucramiento de los interesados</b>			
<b>Nombre de interesado</b>	<b>Estrategia</b>	<b>Medio de comunicación</b>	<b>Frecuencia</b>
Cliente directo	Mantener satisfecho	Correo, llamadas	Una vez por semana, luego de cada inspección
Ingeniero residente	Involucrar	Correo, llamadas, reuniones	Una vez por semana
Maestro de obras	Involucrar	Llamadas, reuniones	Una vez por semana
Representante comercial	Mantener informado	Correo	Una vez por semana
Director del proyecto	Mantener informado	Correo, llamadas, reuniones	Dos veces por semana
<b>Asesor técnico</b>	Arq. Adrian Aguilar		
<b>Director del proyecto</b>	Ing. Leonardo Rojas		

*Nota.* La figura muestra el plan de gestión del involucramiento de los interesados para la construcción de cuatro casas de 42 m<sup>2</sup> cada una con el sistema MKS. Basado en la tabla 12-1. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®) (p.481) por PMI, 2021 Project Management Institute, Inc.

#### 4.6.4 Procesos de ejecución, monitoreo y control y cierre del proyecto de asesoría técnica en MKS

La ejecución y el monitoreo y control del proyecto son actividades que se realizan en paralelo a lo largo del proyecto consiste en implementar los procesos previamente planificados




en el plan de dirección del proyecto para el desarrollo del proyecto de asesoría técnica en MKS para la construcción de las cuatro casas de 42 m<sup>2</sup> cada una. Aquí el asesor técnico se encarga de la Reunión de arranque del proyecto, donde expone el plan de dirección del proyecto, detalla las expectativas de los principales interesados, los requerimientos de materiales y los rendimientos esperados al DP y al equipo de trabajo, además coordina el arranque de la construcción con el cliente.


Luego realiza la capacitación al maestro de obras y al personal del proyecto donde se abarca el proceso constructivo, tanto de la instalación de los paneles como la proyección del mortero, las diversas herramientas, colocación de instalaciones electromecánicas y además detalla la colocación de refuerzos adicionales que sean necesarios.

Posteriormente coordina y realiza las visitas de seguimiento para garantizar que el proceso constructivo se ejecute correctamente y se corrijan los aspectos necesarios que sean detectados durante la visita. Es necesario que luego de toda visita que realice el asesor técnico genere un informe técnico donde queda resumido los aspectos encontrados en la obra, las oportunidades de mejora y las correcciones necesarias. A continuación, se muestra un ejemplo del informe de avance que realiza el asesor técnico luego de haber realizado la inspección de la obra.

Figura 55

Informe de inspección de obra para el proyecto de asesoría técnica de MKS

<b>GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN</b>		
<b>INSPECCIÓN DE OBRA</b>		
<b>Fecha de elaboración</b>	27 de marzo de 2024	
<b>Nombre del proyecto</b>	Proyecto El Salto	
<b>Presupuesto del proyecto</b>		
<b>Trazo</b>		
<b>Actividad</b>	<b>Especificación</b>	<b>Comentario</b>
Colocación de anclaje	#3 @40 cm	Pines están colocados cada 80 cm. Debe incorporarse un anclaje adicional entre cada uno de los pines existentes.
Altura de anclaje	50 cm	Cumple especificación.
Profundidad de anclaje a losa	10 cm	Cumple especificación.
Tipo de anclaje	Epóxico	Etibond Concret 550 Catalización 1:1 Cumple la especificación
<b>Instalación de paneles de MKS</b>		
<b>Actividad</b>	<b>Especificación</b>	<b>Comentario</b>
Colocación de paneles	Estructural/Cerramiento	Estructural
Unión de paneles a anclaje	Amarra@20 cm	Reforzar las amarras para respetar la especificación en la pared sobre el eje 2 entre A y D. Las demás paredes cumplen especificación
Traslape entre las mallas de los paneles	Grapa @15 cm	Cumple especificación
Colocación de mallas esquineras de refuerzo	Malla interna y externa	Pendiente la colocación de las mallas esquineras en los ejes 1-A, 2-A, 3-A, 3-B y 4-B. Las demás intersecciones cumplen la especificación
Colocación de malla para cortante en buques	Malla a 45° en buques Grapa @15 cm	Cumple especificación Se adjunta registro en observaciones.
Colocación de malla U de refuerzo en buques	Malla perimetral Grapa @15 cm	Cumple especificación Se adjunta registro en observaciones.

Refuerzos adicionales	No requiere refuerzos adicionales	
Aplomado de paneles	1mm / 1m de altura	Cumple especificación
Colocación de instalaciones electromecánicas	Según especificación	Pendiente la colocación de instalaciones electromecánicas.
<b>Repello de paneles de MKS</b>		
<b>Actividad</b>	<b>Especificación</b>	<b>Comentario</b>
Dosificación de mortero	6.5-7L/saco de 40 kg	No se ha iniciado la proyección del mortero
Espesor de primera capa de mortero	1.5 cm	
Colocación de guías (maestras)	Trapezoidales @1.5m	
Espesor de segunda capa de mortero	2 cm	
Mortero de acabado	Según especificación	
<b>Observaciones generales</b>		
<b>Colocación de mallas de refuerzo</b>		
		
<b>Asesor técnico</b>	Arq. Adrian Aguilar	

*Nota.* La figura muestra un ejemplo del informe de inspección que desarrolla el asesor técnico luego de realizar una visita donde se están desarrollando las labores de instalación del sistema MKS.


Durante las inspecciones, se va midiendo el consumo de materiales y la duración de las actividades de modo que se pueden calcular las métricas de desempeño y rendimientos necesarios. Además, cuando se tengan áreas terminadas se realiza el control de calidad para

verificar el plomo de las paredes, la escuadra de la unión entre paredes y en marcos de puerta y ventanas, ya que estos son las tres principales áreas de mejora en las construcciones realizadas con MKS.

Con la información de control de calidad recabada de las visitas y los resultados de los ensayos de control de calidad referentes a las propiedades mecánicas de los productos, se desarrollan las métricas de calidad y se elaboran los informes de calidad correspondientes. A continuación, se presenta un ejemplo del informe de calidad que desarrolla el asesor técnico como parte del proceso de monitoreo y control.

**Figura 56**

*Informe de calidad para el desarrollo del proyecto de asesoría en MKS*

<b>GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN</b>				
<b>INFORME DE LA CALIDAD</b>				
<b>Fecha de elaboración</b>	27 de marzo de 2024			
<b>Nombre del proyecto</b>	Proyecto El Salto			
<b>Objetivo de calidad</b>				
Brindar una adecuada asesoría técnica a los clientes y constructores para lograr el uso correcto y eficiente del sistema MKS en construcciones.				
<b>Métricas de calidad</b>				
<b>Rubro</b>	<b>Requisito</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Documento de referencia</b>	<b>Estado</b>
<b>Recomendaciones y especificaciones técnicas</b>	Detalles constructivos, recomendaciones	Una vez al inicio del proyecto	Planos constructivos Laminas 1, 2, 3 y 4	Completado
<b>Visitas de inspección</b>	Revisión de avance y reunión con Ing. Residente	Una vez por semana	Lista de verificación para inspección de obras de MKS	En proceso
<b>Informes de visita</b>	Detalle del avance de obra, correcciones y/	Uno, luego de cada visita de inspección	Lista de verificación para	En proceso

	modificaciones en la construcción		inspección de obras de MKS	
<b>Resistencia de fluencia del acero</b>	>7600 kg/cm <sup>2</sup>	Una vez por lote	ASTM A370	Lote de acero 0006657 Fy=8523 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Resistencia a la compresión del mortero</b>	>210 kg/cm <sup>2</sup>	Una vez por lote	ASTM C 109	Lote de Pegasur Proyectable 000680825 f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Sacos/m<sup>2</sup></b>	3 sacos/m <sup>2</sup>	Cada visita luego de inicio del repello de paredes	Lista de verificación para inspección de obras de MKS	Pendiente inicio de proyección del mortero
<b>Espesor de mortero</b>	3.5 cm de cada lado	Cada visita luego de inicio del repello de paredes	Lista de verificación para inspección de obras de MKS	Pendiente inicio de proyección del mortero
<b>Desperdicio</b>	5%	Luego de cada visita	Oferta de materiales de MKS	3.2%
<b>Asesor técnico</b>	Arq. Adrian Aguilar			

*Nota.* La figura muestra un ejemplo del informe de calidad que desarrolla el asesor técnico

luego de realizar una visita donde se están desarrollando las labores de instalación del sistema MKS.

Adicional a las visitas, el técnico debe estar revisando y actualizando los distintos planes de gestión, tales como el del cronograma y el de costos, según el avance. Además, debe evaluar y registrar las eventuales solicitudes de cambio que se registren, así como actualizar el control integrado de cambios del proyecto.


Cuando se finaliza la construcción se hace la entrega al cliente, quien debe recibir a conformidad las viviendas, luego el asesor técnico realiza el informe de cierre del proyecto de asesoría técnica, donde detalla un resumen del proyecto, los rendimientos de productos, los

riesgos materializados y las lecciones aprendidas; así como las conclusiones y recomendaciones correspondientes.

La siguiente figura muestra una lista de verificación con las actividades que debe llevar a cabo el asesor técnico durante la ejecución, el monitoreo y control, y cierre del proyecto.

**Figura 57**

*Lista de verificación de actividades para la ejecución del proyecto de asesoría técnica para la construcción de cuatro casas de 42 m<sup>2</sup>.*

<b>GERENCIA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN</b>			
<b>ACTIVIDADES PARA EJECUCIÓN DE PROYECTO</b>			
<b>Ejecución del proyecto</b>			
<b>Actividad</b>	<b>Pendiente</b>	<b>En proceso</b>	<b>Completado</b>
Reunión de arranque			
Capacitación a personal de obra			
Inspección de obra			
Informes de inspección			
Cálculo de rendimientos de producto y mano de obra			
Informes de calidad			
Métricas de calidad			
Enviar informes a los interesados			
Registro de solicitudes de cambio			
Revisar y actualizar el plan de dirección del proyecto			
Actualizar el control integrado de cambios			
Actualización del cronograma del proyecto			
Actualización de los costos del proyecto			
Actualización del plan de gestión de riesgos			
Registro de incidentes y lecciones aprendidas			

Reunión de cierre y entrega al cliente			
Informe de cierre del proyecto			

*Nota.* La figura muestra la lista de verificación con las actividades recomendadas para la ejecución, monitoreo y control y cierre del proyecto asesoría para la construcción de cuatro casas de 42 m<sup>2</sup> con MKS.

#### **4.7 Estrategia de divulgación e implementación de la metodología desarrollada**

Con el fin de plantear una estrategia de divulgación para la implementación de la metodología propuesta en este Trabajo Final de Graduación se ha establecido una serie de pasos, los cuales se describen a continuación:

Como primer paso, se identifica a los diferentes grupos de empleados que harán uso de la metodología para la aplicación del sistema constructivo, esto conlleva realizar actividades de análisis para identificar sus necesidades, preocupaciones y como punto principal, su nivel de comprensión sobre el tema. Este primer paso se lleva a cabo a través de reuniones semanales tanto de diagnóstico inicial como de seguimiento.

Una vez que se detecta el nivel de comprensión de la temática por parte del equipo y sus respectivas preocupaciones, se definen los objetivos de dicha estrategia de divulgación. Es decir, se establecen metas claras y medibles para la divulgación de la metodología, incluyendo en esta los aspectos que se consideran fundamentales, tales como promover el uso entre los equipos, mejorar la eficiencia de los procesos, recolección de indicadores y lecciones aprendidas entre otros aspectos de relevancia.

Como tercer paso, se debe de establecer un mensaje clave, es decir, se desarrolla un mensaje claro y convincente que resalte los beneficios de la nueva metodología y su relevancia para la empresa y los empleados. Este mensaje es adaptado según el grupo de empleados al que se dirija y se lleva a cabo a través de un comunicado explicativo y detallado.

Posteriormente, se seleccionan los canales de comunicación alternativos y de apoyo, que hacen llegar de forma efectiva el resto de la información a los demás interesados, tales como reuniones de equipo, correos electrónicos, comunicados internos, sesiones de formación y videos explicativos.

Con el fin de apoyar la adquisición de la información, se lleva a cabo una planificación de actividades vivenciales de divulgación. Se diseña un plan detallado que incluya actividades tales como presentaciones, talleres, demostraciones prácticas, análisis de casos, sesiones de preguntas y respuestas, donde los colaboradores tengan la oportunidad de ver la aplicación real de todo lo compartido, haciendo especial énfasis en los beneficios de esta unificación de procesos. Para ello se llevarán a cabo cuatro sesiones de formación y capacitación de dos horas cada una, las cuales permitirán que los empleados puedan familiarizarse con la metodología y aprender a aplicarla en su trabajo diario. Se hace uso material de apoyo, manuales o tutoriales de ser necesario.

Una vez finalizados estos espacios vivenciales de trabajo, se crea el material de apoyo necesario, tales como guías de usuario, infografías, videos tutoriales, FAQs, etc., que ayudan a reforzar el mensaje y faciliten la comprensión de la metodología. Estos deben estar siempre disponibles en la intranet de la compañía.

Se fomenta la participación y retroalimentación de los empleados en la divulgación de la metodología, así como la retroalimentación continua para identificar áreas de mejora y resolver posibles dudas o inquietudes. Esto se realiza a través de encuestas y cuestionarios digitales.

Por último, se debe realizar el seguimiento y evaluación de los resultados de los proyectos y compararlos contra el estado inicial de modo que se logre resaltar los beneficios que brinda una metodología ordenada y estandarizada, con herramientas, técnicas y procedimientos debidamente establecidos.



## 5 Conclusiones

1. Los procedimientos técnico-comerciales que se ejecutan actualmente para un proyecto de asesoría técnica en MKS corresponden a la presentación del sistema constructivo, evaluación y cuantificación de los materiales necesarios para realizar la construcción, desarrollo de detalles constructivos y refuerzos generales, así como la elaboración de los planos asociados al uso de este sistema, el informe asociado al alcance de la oferta, la presentación de la oferta, la capacitación e inspección de la construcción. El procedimiento actual sirve de cimiento para el desarrollo de la nueva metodología que permite fortalecer el desarrollo del proyecto al incorporar las técnicas y herramientas que brinda el PMI para la gestión de proyectos.
2. Al realizar los procesos de inicio del proyecto de asesoría técnica en MKS se desarrolla el acta de constitución del proyecto y el análisis de los interesados. Estos dos procesos permiten establecer una base sólida para las siguientes fases de planificación, ejecución y monitoreo y control, al definir una descripción de alto nivel sobre el alcance del proyecto, los objetivos, los principales riesgos, supuestos y restricción. Además, al identificar a los involucrados en el proyecto se logra definir los roles y responsabilidades, así como el poder y el interés que tienen respecto al desarrollo de este, lo cual promueve la comunicación y facilita la interacción eficiente y efectiva entre las partes.
3. Cuando se desarrollan los procesos de planificación se elabora el plan de dirección del proyecto, el cual proporciona una guía detallada sobre cómo se debe ejecutar y controlar el proyecto, para ello compila los planes de gestión de las distintas áreas del conocimiento. Estos documentos permiten establecer el alcance total del proyecto y refinan los objetivos planteados. A su vez permiten definir las líneas base de alcance, cronograma y presupuesto que sirven como punto de comparación para el monitoreo y control del proyecto. Además, aquí se establecen los requisitos y criterios de aceptación de los

distintos entregables que se dan a lo largo del proyecto, se determinan los canales de comunicación que estimulan la participación e involucramiento de los interesados en el proyecto. Adicionalmente se planifican tanto los recursos como las adquisiciones necesarias para garantizar que estos vayan a estar disponibles en el momento en que el desarrollo del proyecto lo requiera. También se identifican los riesgos y se plantean las estrategias efectivas que permite abordarlo eficientemente, de modo que se puede reducir al mínimo las amenazas y se logre maximizar las oportunidades. Específicamente los procesos de planificación y el desarrollo del plan de dirección del proyecto promueve la eficiencia, la proactividad, la integración y comunicación del equipo del proyecto para lograr satisfacer las necesidades y expectativas de todos los interesados.

4. El grupo de procesos de ejecución permite el desarrollo efectivo de las actividades necesarias para completar el proyecto de asesoría técnica a los distintos interesados para realizar las construcciones correctamente con el sistema constructivo MKS. Para ello se gestionan los recursos, la calidad, el involucramiento, la comunicación y los riesgos, todo acorde a lo planificado; sin embargo, es altamente probable que en el proyecto se ejecuten cambios que requieran el refinamiento de uno o varios planes de gestión. Por otro lado, se identifican los principales procedimientos y herramientas para la ejecución del proyecto, entre las cuales destacan la reunión de arranque, la capacitación del personal de campo, la inspección de seguimiento y los informes de visita correspondientes. Estas actividades permiten llevar a cabo la asesoría correspondiente de una forma ordenada y efectiva que promueve el uso adecuado y eficiente del sistema constructivo.
5. Los procedimientos, técnicas y herramientas diseñados para el monitoreo y control del proyecto de asesoría técnica en construcciones que se diseñaron facilitan la recolección de datos de desempeño tanto de los productos como de la mano de obra a fin de desarrollar métricas que permiten comparar estos parámetros con los establecidos en las líneas base y

así poder identificar desviaciones, alteraciones o falencias que afecten las construcciones que utilicen este sistema y así para poder ofrecer soluciones que permitan la mejora continua y se logre cumplir con las expectativas de los distintos involucrados del proyecto. Entre los principales indicadores de desempeño asociados al sistema constructivo y que resulta relevante su medición, destacan el porcentaje de desperdicio de panel, el consumo de mortero en kilogramos por metro cuadrado de panel, el costo en colones por metro cuadrado de panel de MKS, el rendimiento de mano de obra en días por metro cuadrado de MKS para las actividades de instalación y repello del sistema MKS. Adicionalmente, para el proceso de monitoreo y control se desarrollan los formularios complementarios que permiten el registro de las solicitudes de cambio y el control integrado de cambios correspondiente. Así mismo se detallan los procedimientos y herramientas para el grupo de procesos de cierre del proyecto, los cuales verifican que se han completado las actividades y requisitos del proyecto por lo que se puede establecer formalmente que el proyecto ha finalizado. Entre las principales actividades destacan: la reunión de cierre y la entrega de la construcción al cliente, el informe de cierre del proyecto y las lecciones aprendidas.

6. Se logra la implementación del grupo de procesos de inicio y planificación desarrollados para la construcción de cuatro casas de 42 m<sup>2</sup> la cual utiliza el sistema constructivo MKS, además se brindan las recomendaciones necesarias para que se lleve a cabo los procesos de ejecución, monitoreo y control y cierre del proyecto. La metodología desarrollada permite la estandarización de procesos y busca el uso eficiente de los recursos disponibles, de forma que se puedan alcanzar las expectativas de los involucrados y cumplir con los requisitos planteados tanto por el departamento técnico para el servicio de asesoría que brinda como del producto final esperado por el cliente, siendo este la obra construida con MKS.

7. La estrategia de divulgación planteada busca que la metodología desarrollada forme parte de los procesos normados por la compañía. Para ello se debe conocer el nivel de comprensión del tema, las necesidades de formación y preocupaciones de modo que se puedan definir los objetivos estratégicos para lograr su implementación. Luego se definen los canales de comunicación por los que se debe enviar el mensaje clave que despierte el interés y el involucramiento de los usuarios. Después mediante talleres, demostraciones, y análisis de caso, junto con el desarrollo de guías, infografías, videos tutoriales y FAQs se logra demostrar los beneficios que se obtienen al hacer uso de la metodología propuesta para la asesoría técnica en construcciones que usen el MKS

## 6 Recomendaciones

1. Se recomienda la implementación de esta guía como parte de los procesos formales que se desarrollan en la empresa, de modo que se logre la estandarización de los procedimientos, técnicas y herramientas utilizados.
2. Para el desarrollo del plan de dirección del proyecto y su actualización durante la fase de ejecución es necesario contar con herramientas de programación como el MS Project. A su vez se requiere de la capacitación correspondiente de dicha herramienta para el uso correcto de esta por parte de Servicio Técnico Construcción.
3. Resulta conveniente introducir cursos de gestión de proyectos dentro de los planes de capacitación y desarrollo profesional de los departamentos técnicos. Esto les permitirá realizar una mejor planificación de los proyectos que participan, así como contar con herramientas para su ejecución, monitoreo y control, de modo que se logre el uso eficiente de recursos, se minimicen los riesgos y mejora la comunicación entre los distintos involucrados del proyecto.
4. Se debe invertir en la capacitación correspondiente para la aplicación de la técnica del valor ganado por parte del personal de la compañía, de modo que esta sirva como una herramienta más para el monitoreo y control de los proyectos.
5. Se recomienda desarrollar una metodología para el registro y almacenamiento de la información generada en cada proyecto, sean los planos del proyecto, el plan de dirección del proyecto y los diversos informes que se generan, de modo que esta quede almacenada y disponible en un sitio accesible para los usuarios que la requieran.
6. Se recomienda la revisión y refinamiento de la metodología desarrollada de acuerdo con los distintas necesidades, falencias u oportunidades de mejora que se detecten con el desarrollo de nuevos proyectos.

7. La metodología propuesta en este documento puede servir de base para el desarrollo de otras similares y que sean utilizadas en los demás departamentos técnicos como el de pinturas o el de morteros, quienes también brindan asesorías acordes a los productos que les corresponde.

## **7 Validación del trabajo en el campo del desarrollo regenerativo y/o sostenible**

El desarrollo sostenible se centra en la búsqueda de un equilibrio entre el crecimiento económico, la protección del medio ambiente y el bienestar social para satisfacer las necesidades actuales sin comprometer las futuras generaciones. Por este motivo, implica tomar decisiones que tengan en cuenta no solo los beneficios a corto plazo, sino también los impactos a largo plazo en el planeta y la sociedad. La importancia del desarrollo sostenible radica en la necesidad de garantizar que las generaciones futuras tengan recursos y un medio ambiente saludable para satisfacer sus necesidades. Promueve la responsabilidad ambiental y social en las decisiones económicas y políticas.

Respecto a este tema, la ONU en su publicación sobre la Agenda al manifiesta que “Gracias a su visión de largo plazo, (los ODS) constituirán un apoyo para cada país en su senda hacia un desarrollo sostenido, inclusivo y en armonía con el medio ambiente, a través de políticas públicas e instrumentos de planificación, presupuesto, monitoreo y evaluación” (ONU, s.f.).

En esta misma línea, el desarrollo regenerativo, se centra en ir más allá de la sostenibilidad, por lo que busca activamente la restauración de los sistemas naturales y humanos. Busca regenerar y revitalizar los recursos naturales, la biodiversidad y las comunidades, en lugar de simplemente evitar su agotamiento. Se podría afirmar así que, el desarrollo regenerativo aspira a dejar un mundo mejor de lo que encontró, abordando los desafíos ambientales y sociales a través del trabajo para revertir daños y mejorar la calidad de vida de las personas y el planeta.

Por las razones anteriormente mencionadas, tanto el desarrollo sostenible como el regenerativo son esenciales para un futuro sostenible y próspero. Este Proyecto Final de Graduación propone una metodología para la aplicación del sistema tipo emparedado con malla tridimensional con espuma de poliestireno, la cual va de la mano de los Objetivos del

Desarrollo Sostenible a través del uso y elección de materiales de construcción sostenibles y métodos de construcción respetuosos con el medio ambiente, especialmente aquellos relacionados con la gestión responsable de los recursos naturales. Así mismo, este sistema constructivo incluye mejoras en la eficiencia energética de los edificios, energía asequible y no contaminante. Reduce el consumo de energía y las emisiones de carbono.

Por otro lado, al ser un sistema de construcción innovador, promueve la creación de empleo decente, desarrollo económico personal y empresarial y estimula la economía en la región. Entre julio 2023, se registró un crecimiento interanual del 23% en el Índice Mensual de Actividad Económica propio del sector construcción (CCC, 2023, p.5), lo que evidencia una tendencia al alza de la construcción que promueve la generación de empleo.

Además, al utilizar este sistema, se permite ofrecer costos competitivos, lo cual permitirá proporcionar viviendas asequibles y dignas, promoviendo la inclusión y la igualdad de acceso a la vivienda.

En resumen, este Proyecto Final de Graduación incluye un sistema de construcción que aborda aspectos de sostenibilidad en su metodología se puede considerar que este va contribuir a varios Objetivos de Desarrollo Sostenible al promover prácticas responsables en términos de recursos, energía, empleo y vivienda.

## **7.1 Relación del proyecto con los objetivos de Desarrollo Sostenible**

Entre el 25 y 27 de septiembre de 2015, los Jefes de Estado y de Gobierno y Altos Representativos reunidos en las instalaciones de la Organización de Naciones Unidas (ONU) establecieron 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y 169 metas que se convierten en “un plan de acción en favor de las personas, el planeta y la prosperidad.” (ONU, 2015, p.2). Estos objetivos buscan promover el desarrollo sostenible y el bienestar de las personas.



La construcción, siendo una de las industrias más grandes y relevantes en la economía mundial, debe promover acciones en beneficio de la humanidad y el medio ambiente y que a través de su desarrollo promuevan el cumplimiento total de los ODS. En las siguientes secciones se presentan el efecto que tiene el desarrollo de proyectos constructivos con el sistema tipo emparedado con malla tridimensional con relleno de poliestireno sobre cada uno de los ODS.

#### **7.1.1 Fin de la pobreza**

Para el trimestre entre mayo a julio de 2023 la Cámara Costarricense de la Construcción (CCC) reportó 144.763 trabajadores ocupados específicamente en la rama de la construcción, lo cual representó un crecimiento del 9.6% respecto al mismo periodo del 2022 (2023, p. 9). De este modo, la construcción se vuelve una fuente generadora de empleo local y por ende de ingresos para los trabajadores. Además, los proyectos realizados impulsan el desarrollo de las comunidades, generando nuevas oportunidades económicas a largo de su vida útil, lo que mejora la calidad de vida de la población.

#### **7.1.2 Hambre cero**

La construcción como fuente generadora de empleo e ingresos permite a los trabajadores y a sus familias el acceso a una alimentación sana, por lo que un sistema de fácil y rápida instalación abre la oportunidad para que mano de obra no especializada pueda acceder a un trabajo digno y a la retribución monetaria que lo acompaña y con ello poder llevar alimentos a sus hogares, contribuyendo a la lucha contra el hambre.

#### **7.1.3 Salud y bienestar**

En el país gracias al sistema de salud con que se cuenta, el crecimiento en el empleo que genera la construcción permite a más trabajadores y a sus familias acceder a medicina

pública y de calidad a través del seguro obligatorio de la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS). Por ende, cumplir con el objetivo específico de lograr “el acceso a servicios de salud esenciales de calidad y el acceso a medicamentos y vacunas seguros, eficaces, asequibles y de calidad para todos” (ONU, 2015, p.19).

#### **7.1.4 Educación de calidad**

Para garantizar una educación de calidad también es necesario contar con un espacio apto para poder realizarlo, de tal manera que al reducir el tiempo de construcción al usar el sistema constructivo tipo emparedado con malla y relleno de poliestireno para la construcción dichos espacios podrán ser utilizados por los estudiantes y docentes más rápido. Además, dada la reducción de costos que también genera el uso del sistema, la Dirección de Infraestructura Educativa (DIE) puede ejecutar más proyectos y remodelaciones de escuelas con el mismo presupuesto. Adicionalmente, al ser un sistema que brinda un aislamiento térmico superior que el de los sistemas convencionales, se promoverá el confort de los usuarios, lo cual podría tomar mayor relevancia en los proyectos que se ejecutan en las costas.

#### **7.1.5 Igualdad de género**

La igualdad de género también se aplica dentro de las políticas y fundamentos con que opera la compañía para poder llevar a cabo la fabricación de los productos que intervienen en la construcción y colocación del sistema constructivo. La empresa vela por la participación plena y efectiva de las mujeres y la igualdad de oportunidades económicas y de liderazgo a todos los niveles de la adopción de decisiones en la vida política, económica y pública, tal como se indica en la agenda de la ONU. Además, tiene estrictas políticas en contra de la agresión de cualquier tipo contra las mujeres por cualquier otro funcionario(a) que labora en la empresa.

### **7.1.6 Agua limpia y saneamiento**

Para reducir la contaminación del agua y mejorar la calidad de esta, Sur Química S.A. se encarga del tratamiento de más de 100 m<sup>3</sup> de agua diaria que se utiliza para la fabricación de algunos componentes del sistema constructivo tipo emparedado con malla tridimensional y relleno de poliestireno. Para ello la empresa se encarga de recolectarla en reservorios provisionales y posteriormente la envía a su propio centro de gestión ambiental donde recibe el tratamiento adecuado, hasta llevarla a cumplir con los parámetros necesarios según el Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales N° 33601-MINAE-S.

### **7.1.7 Energía sostenible y no contaminante**

El aislamiento térmico que produce el sistema, al tener el relleno de poliestireno reduce significativamente el consumo energético de los sistemas de climatización sea calefacción o aires acondicionados durante los años de operación de la edificación. Al reducir el consumo de este recurso hace que la demanda de energía sea menor, permitiendo a las compañías proveedoras de este servicio poder mantenerse en la generación con fuentes renovables y no tener que utilizar combustibles fósiles. A modo de referencia, para 2022 la demanda energética de Costa Rica fue atendida en un 98.7% con fuentes renovables. (ICE, 2023, p.4).

### **7.1.8 Trabajo decente y crecimiento económico**

El crecimiento del sector construcción permite la generación de nuevos empleos lo cual brinda trabajo decente, con garantías sociales y capacitación para sus participantes. El uso de un sistema constructivo no tradicional como el tipo emparedado con malla tridimensional con espuma de poliestireno, promueve el emprendimiento y capacitación de nuevas empresas que se especialicen en la colocación del producto. Esto va a fomentar la productividad económica, la diversificación, la modernización, la innovación y capacitación de las empresas y de sus empleados.

Además, el uso de sistemas constructivos innovadores, más eficientes, con menores tiempos de ejecución y costos más competitivos promueven el crecimiento económico del sector construcción, el cual para el 2022 representó un 3.7% del Producto Interno Bruto (PIB) Total del país y el cual se prevé vaya repuntando para los años venideros (CCC, 2023, p.8).

### **7.1.9 Industria, innovación e infraestructura**

La innovación es un pilar fundamental para el desarrollo de las compañías y para ello la investigación de nuevas y más eficientes formas de construcción permiten optimizar los procesos y recursos necesarios para dicha actividad, lo cual se torna necesario para promover su crecimiento. El uso del sistema constructivo tipo emparedado permite construir edificaciones en menos tiempo y con menos recursos lo cual promueve el crecimiento de las empresas y el sector construcción en general. Adicionalmente la necesidad de nuevos productos cementicios para el repello del sistema que mejoran su rendimiento, reduzcan el uso de materias primas contaminantes como puede ser el cemento, sin que esto altere las características propias de los productos permite la investigación científica y la generación de empleos en este ámbito.

### **7.1.10 Reducción de las desigualdades**

Como se ha mencionado anteriormente el crecimiento del sector construcción, impulsado por sistemas constructivos innovadores y eficientes promueven la generación de empleo e ingresos para la población, generando nuevas oportunidades laborales se permite la inclusión económica de los habitantes dentro de la población económicamente activa.

Además, las políticas salariales, fiscales y de protección social adoptadas por Sur Química S.A. para el desarrollo de sus operaciones, entre ellas la fabricación del sistema constructivo MKS, fomenta también el alcance progresivo a una mayor igualdad.

### **7.1.11 Cuidades y comunidades sostenibles**

La reducción de costos en la construcción de viviendas que puede representar el uso del sistema constructivo tipo emparedado con malla tridimensional y relleno de poliestireno promueve la construcción de proyectos habitacionales, incluidos aquellos de interés social que busquen poder garantizar una vivienda digna y accesible para todos los habitantes.

### **7.1.12 Producción y consumo responsable**

El poliestireno utilizado para la fabricación de los paneles para el sistema es libre de compuestos clorofluorocarbonados e hidrofluorocarbonos, por lo que no daña la capa de ozono y todo residuo que se genera durante la fabricación es completamente reciclable para la fabricación de nuevos paneles.

Adicionalmente al ser el sistema constructivo modular reduce significativamente el desperdicio y la generación de escombros y residuos sólidos en la construcción. Esto, sumado a políticas de recolección y tratamiento adecuado de aquellos que si fueron generados promueven la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos.

### **7.1.13 Acción por el clima**

La construcción es una fuente importante de emisiones de CO<sub>2</sub>, producto de su alto consumo energético tanto durante el proceso de fabricación de los materiales que serán utilizados en ella como durante el desarrollo y operación de la estructura, por lo que al utilizar el sistema tipo emparedado, se puede optimizar el diseño de las estructuras con el fin de reducir las secciones de concreto, lo que reduce el consumo de cemento y con ello las emisiones de CO<sub>2</sub> producto de su fabricación.

Además, al promover la planificación y el diseño sostenible de edificios se puede explotar la ventaja termoaislante del sistema y así lograr un uso eficiente del recurso eléctrico y así lograr nuevamente la reducción de emanaciones de CO<sub>2</sub>.

#### **7.1.14 Vida submarina**

El agua utilizada por la compañía en los procesos de fabricación de los materiales luego de ser tratada y que cumpla con el Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales N° 33601-MINAE-S es vertida al Río Torres, por lo que es, aparte de la responsabilidad social que esto representa es necesario asegurar los parámetros de cumplimiento para así prevenir la contaminación, daños al ecosistema y la fauna que habita en él.

#### **7.1.15 Vida de ecosistemas terrestres**

El sistema tipo emparedado tiene un uso reducido de madera en los procesos necesarios para su colocación, por lo que se reduce la necesidad de tala de árboles para su procesamiento. Esto evita la desertificación y pérdida de hábitat para la fauna terrestre.

#### **7.1.16 Paz, justicia e instituciones sólidas**

La aplicación de políticas de anticorrupción por parte de la empresa comercializadora del sistema constructivo hace que se evite el soborno y el chantaje en beneficio de alguna persona o institución lo que promueve el cumplimiento de la meta 16.5 de los ODS.

#### **7.1.17 Alianza para lograr los objetivos**

El sistema constructivo, por su bajo peso y facilidad de transporte de panel, hace que este sistema sea ideal para llevarlo más allá de nuestras fronteras y aperturar nuevos mercados y aumentar las exportaciones del país. Este esquema ya ha sido utilizado en Sur Química S.A. para llevar soluciones habitacionales con costos competitivos a países como Honduras, Nicaragua, Panamá, Aruba e Islas Guadalupe entre otros.

Por último, es importante destacar la necesidad de colaboración de los diferentes sectores para la generación de alianzas entre el gobierno, la empresa privada y la sociedad

que permita velar por la paz y el cumplimiento de todos los 17 ODS y las 169 metas asociadas a ellos.

## **7.2 Análisis del proyecto de acuerdo con el Estándar P5**

P5 significa personas, planeta, prosperidad, proceso y productos y en esta línea el estándar P5 es una herramienta que permite la alineación de carteras, programas y proyectos con la estrategia organizacional para promover la sostenibilidad, todo esto enfocado en el impacto que tienen los procesos los entregables del proyecto sobre el medioambiente, la sociedad y la economía, alineados siempre con los ODS. “Los elementos de P5 describen las acciones que debe realizar un director de proyecto para entregar un proyecto sostenible de manera sostenible” (Carboni et al, 2018, p.13).

Dentro de las herramientas que se tienen para analizar los proyectos y las medidas a tomar para garantizar su sostenibilidad se encuentra el Análisis de Impacto P5, el cual está basado en el Estándar P5. Este análisis tiene como objetivo “identificar los posibles impactos para la sostenibilidad tanto positivos como negativos, que pueden ser analizados y presentados a la dirección para respaldar decisiones informadas y una asignación efectiva de recursos” (GPM, 2019, p.3). Luego de su identificación es posible implementar mejoras que aumente el impacto positivo y reduzca los impactos negativos en la triple línea base de Personas, Planeta y Prosperidad y se le asigne una puntuación que proporciona una evaluación comparativa que ayuda a comprender la magnitud y la dirección de los cambios, permitiendo la toma de decisiones informadas y la mejora continua de proyectos y políticas. Esta calificación depende del impacto potencial que se tiene antes y después de la respuesta esperada. La escala correspondiente a este análisis es:

- 1- Totalmente en desacuerdo
- 2- En desacuerdo
- 3- Neutral

4- De acuerdo

5- Totalmente de acuerdo.

En la siguiente figura se muestra la matriz con el Análisis de Impacto P5.



**Figura 58**

*Análisis de Impacto P5*

**Impactos**

5 = Totalmente de acuerdo 4 = De acuerdo 3 = Neutral 2 = En desacuerdo 1 = Totalmente en desacuerdo

Categoría			Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
Subcategoría		Elemento						
Elemento								
<b>2.1 Impactos del Producto</b>								
2.1.1	Vida útil del producto		La sostenibilidad, típicamente, no ha sido un elemento relevante que se tome en consideración para escoger materiales de construcción	No se consideran dentro del diseño del proyecto elementos sostenibles	3	Emplear un sistema constructivo modular permite reducir el impacto negativo al planeta, adicionalmente, el material sobrante puede ser reutilizado o bien reciclado en la fabricación de nuevos paneles. La selección del sistema constructivo a utilizar se puede basar en criterios de sostenibilidad, minimizando la huella ambiental y promoviendo la reutilización de recursos, sin que esto afecte el costo de la obra.	5	2
2.1.2	Mantenimiento del producto		Los altos costos de mantenimiento y operación exceden lo presupuestado	Se debe reconsiderar el alcance de la obra y/o los sistemas de climatización propuestos.	2	El uso de un sistema termoaislante como lo es el sistema tipo emparedado reduce los costos de operación y mantenimiento de los sistemas de climatización, generando un ahorro en el consumo energético y una menor producción de CO2 asociado a dicho consumo.	3	1

Categoría		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
Subcategoría							
Elemento							
<b>2.2 Impactos de los Procesos (de Gestión de Proyectos)</b>							
2.2.1	Eficacia de los Procesos del Proyecto	Modificaciones en el diseño durante la construcción representa un costo significativo	Se limita la satisfacción del cliente y se generan escombros adicionales	2	La facilidad de instalación del sistema constructivo permite realizar modificaciones y correcciones durante la ejecución de la obra, sin que se tenga mayor impacto en retrabajos, costos o generación de desechos lo que mejora la eficacia en el proceso constructivo del proyecto.	3	1
2.2.2	Eficiencia de los Procesos del Proyecto	La construcción requiere de elementos estructurales de gran tamaño	Aumenta el consumo de cemento y las emanaciones de CO2 que esto implica	2	El sistema tipo emparedado tiene un peso reducido por m <sup>2</sup> por lo que permite el diseño de elementos estructurales más pequeños que promueven el uso eficiente de los recursos.	3	1
2.2.3	Equidad de los Procesos del Proyecto	No se tiene certeza de los costos directos o indirectos del proyecto	El costo de la obra es mayor al presupuestado inicialmente	2	La empresa comercializadora del sistema promueve la transparencia en los costos directos e indirectos para el desarrollo de proyectos	3	1
<b>Promedio de Producto y Proceso</b>				<b>2.2</b>		<b>3.4</b>	<b>1.2</b>
<b>3 Impactos a las Personas (Sociales)</b>							
<b>3.1 Prácticas Laborales y Trabajo Decente</b>							
3.1.1	Empleo y Dotación de Personal	Los costos de la construcción tienden a ser elevados	No hay un crecimiento adecuado en el sector construcción, lo que reduce las oportunidades de empleos	2	El uso del sistema promueve el desarrollo de la construcción, generando nuevos empleos dignos, equitativos y legal, tanto para profesionales como de obreros encargados de la construcción	4	2

Categoría		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
Subcategoría							
Elemento							
3.1.2	Relaciones Laborales/de Gestión	Las empresas constructoras no necesariamente cumplen con las regulaciones laborales requeridas	Las constructoras no tienen enfoque o priorización de la generación de un trabajo justo hacia la fuerza laboral contratada	2	El aumento de proyectos al utilizar el sistema constructivo promueve la generación de empleo y la capacidad de atraer personal, asegurar los beneficios sociales y reducir la rotación de estos.	4	2
3.1.3	Salud y Seguridad del Proyecto	Los empleados de la construcción deben hacer un alto esfuerzo físico para desarrollar sus labores	Se reduce el rendimiento de la mano de obra y se aumenta el índice de incapacidades y lesiones del personal de la obra	2	El bajo peso del sistema constructivo reduce la fatiga y las lesiones de los trabajadores producto de sobreesfuerzos físicos.	3	1
3.1.4	Educación y Capacitación	Las empresas constructoras no tienen dentro de sus políticas, las directrices de incluir formación en nuevos sistemas constructivos	No se desarrollan capacidades del personal que permitan la construcción de proyectos más eficientes	3	Ofrecer capacitación y desarrollo de habilidades asociadas al uso del sistema constructivo a los trabajadores para fomentar una fuerza laboral calificada y sostenible.	4	1
3.1.5	Aprendizaje Organizacional	Las empresas constructoras no tienen dentro de sus políticas el registro y desarrollo de conocimiento a través de las lecciones aprendidas en proyectos.	Se sigue utilizando métodos tradicionales que no promueven la eficiencia en los procesos	3	El desarrollo de lecciones aprendidas en los proyectos permite la verificación de ventajas sobre el uso del sistema constructivo motivando su uso en nuevos proyectos y fomentando el desarrollo del sector construcción	4	1
3.1.6	Diversidad e Igualdad de Oportunidades	Las empresas constructoras no tienen dentro de sus políticas, las directrices de fomentar la inclusión e igualdad de las minorías	No se generan oportunidades laborales justas y equitativas para la población	2	El desarrollo de proyectos en zonas rurales promueve la inclusión y la igualdad de oportunidades, considerando las necesidades y perspectivas de todos los grupos de la comunidad, incluyendo minorías y género.	3	1

Categoría		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
Subcategoría							
Elemento							
3.1.7	Desarrollo de la Competencia Local	Se requiere de mano de obra especializada y profesionales capacitados para la construcción	Se traslada la mano de obra a los sitios de construcción limitando el desarrollo de nuevos empleos en la comunidad local	2	La facilidad de instalación del sistema evita la necesidad de mano de obra especializada para su colocación, lo que promueve el desarrollo con mano de obra local.	4	2
<b>3.2 Sociedad y Consumidores</b>							
3.2.1	Apoyo de la Comunidad	No se toma en consideración los efectos que produce el desarrollo de proyectos en la comunidad	Bloqueos por parte de la comunidad local para el desarrollo de los proyectos	2	El costo competitivo del costo del sistema constructivo y su menor impacto ambiental promueve el desarrollo de nuevos proyectos y apoyo de la comunidad interesada	4	2
3.2.2	Cumplimiento de Políticas Públicas	No hay efecto en este apartado	No hay efecto en este apartado		Las políticas, procedimientos y leyes que se deben cumplir no cambian respecto al sistema constructivo utilizado.		
3.2.3	Protección para Pueblos Indígenas y Tribales	No hay efecto en este apartado	No hay efecto en este apartado		La protección de los pueblos indígenas y sus culturas debe realizarse en el desarrollo de proyectos sin importar el sistema constructivo utilizado		
3.2.4	Salud y Seguridad del Consumidor	Se usan materiales de menor calidad que no cumplen con las leyes y los parámetros de seguridad necesarios	Se pone en riesgo la vida de los usuarios en caso de siniestros.	1	El uso del sistema constructivo minimiza los efectos negativos que puede tener la construcción de proyectos. Además, cumple con los aspectos de relevantes en sismo resistencia y resistencia al fuego para salvaguardar la vida de los usuarios	4	3
3.2.5	Etiquetado de productos y servicios	Los productos utilizados durante la fabricación y su comercialización están pobremente identificados.	Se compromete la calidad de los productos fabricados y utilizados en la construcción	2	La empresa se asegura que todos los elementos fabricados lleven el etiquetado necesario. Además, exige este mismo requisito para los proveedores,	4	2

Categoría		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
Subcategoría	Elemento						
3.2.6							
3.2.7	Privacidad del Consumidor	No se aplican políticas que hagan valer la privacidad de los datos del consumidor	Se utilizan los datos de los clientes para otros usos	5	Se debe respetar la privacidad del consumidor sin importar el sistema constructivo utilizado en el desarrollo de proyectos.	5	0
<b>3.3 Derechos Humanos</b>							
3.3.1	No Discriminación	No se aplican políticas que prevengan la discriminación	No hay igualdad de oportunidades para todas las personas	5	La empresa aplica políticas que previenen la discriminación de cualquier tipo	5	0
3.3.2	Trabajo de acuerdo a la edad	No se aplican políticas que prevengan la discriminación	Se da el trabajo y explotación infantil	5	La empresa aplica políticas que impiden el trabajo y explotación infantil.	5	0
3.3.3	Trabajo Voluntario	No se aplican políticas que promuevan el trabajo voluntario	No hay efecto en este apartado	5	El uso del sistema constructivo en proyectos no afecta este aspecto. En ningún caso se debe permitir el trabajo forzoso u obligatorio.	5	0
<b>3.4 Comportamiento Ético</b>							
3.4.1	Prácticas de Adquisiciones	Se utiliza únicamente el costo como criterio de selección de proveedores	Se puede ver comprometido el cumplimiento de los entregables acordados y la calidad de estos.	2	Se utilizan estrategias adecuadas para la selección de proveedores de las materias primas que se utilizan para la fabricación de los componentes del sistema constructivo. Además, se garantiza que estos mantengan los estándares de calidad y sostenibilidad propias de la empresa fabricante.	4	2

Categoría		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
Subcategoría	Elemento						
3.4.2							
3.4.3	Competencia Leal	Se promueva la competencia desleal para la compra o venta de un determinado producto	Se generen causas legales contra la empresa que promueva una competencia desleal	2	La empresa busca la participación en el mercado bajo una competencia sana y rechaza todo tipo de actividad que lo incite tanto para los proveedores como para la comercialización del producto	4	2
<b>Promedio de las Personas</b>				<b>2.0</b>		<b>3.9</b>	<b>1.9</b>

4 Impactos al Planeta (Ambientales)							
4.1 Transporte							
4.1.1	Adquisiciones Locales	Uso de sistemas constructivos fabricados en el extranjero	La importación de los productos del extranjero genera mayor costo, mayor consumo de combustibles y por ende mayor contaminación	2	El sistema constructivo al ser fabricado localmente promueve la activación del mercado nacional y reduce las emisiones de CO2 asociadas al transporte	4	2
4.1.2	Comunicación Digital	Reuniones con clientes	La movilización de los involucrados aumenta la contaminación ambiental	2	Se promueve el uso de medios tecnológicos siempre que sea posible para reducir la movilización y los gastos asociados	3	1

Categoría		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
Subcategoría							
Elemento							
4.1.3	Viajes y Desplazamientos	Traslado de mano de obra proveniente de lugares alejados al sitio de la construcción	La movilización vehicular del personal aumenta la contaminación	2	La contratación y capacitación de mano de obra local o cercana al sitio de ejecución de la obra reduce los viajes, los costos y el tiempo asociado a estos.	3	1
4.1.4	Logística	Se requiere el traslado de los materiales para la construcción desde la fábrica hasta la obra	El transporte de materiales aumenta el consumo de combustibles y la contaminación asociada a ello.	2	Al utilizar un sistema liviano no se limita el transporte a una carga máxima, por lo que se reducen los viajes necesarios para el acarreo de materiales.	3	1
<b>4.2 Energía</b>							
4.2.1	Consumo de Energía	Altos costos de energía eléctrica durante la ejecución y operación de la obra	Se reduce el alcance de la obra a raíz de los altos costos de ejecución y operación	2	Sistema constructivo es termoaislante, lo que promueve la reducción del consumo eléctrico generando ahorros en la operación de la edificación	4	2
4.2.2	Emisiones CO2	Se requiere cemento para construcción de elementos estructurales	La fabricación del cemento es una de las principales fuentes de CO2 en la industria	2	El sistema constructivo permite la optimización del diseño y reducir el tamaño de los elementos de concreto necesarios, lo cual reduce también la cantidad de cemento y por ende las emisiones de CO2.	4	2
4.2.3	Retorno de Energía Limpia	No se aplican sistemas que optimicen el uso de la energía fabricada por paneles solares.	Se dan pérdidas de energía por la ineficiencia del sistema de paredes y techo.	2	El sistema constructivo promueve la eficiencia energética de la electricidad producida con paneles solares	4	2

Categoría		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
Subcategoría							
Elemento							
4.2.4	Energía Renovable	Los equipos durante la operación del edificio tienen una alta demanda energética	El alto consumo produce que se tengan que recurrir a la generación eléctrica a partir de fuentes no renovables	1	Al reducir el consumo eléctrico por la operación de los sistemas de climatización gracias al sistema constructivo termoaislante, no es necesario recurrir a combustibles fósiles para la generación eléctrica	4	3
<b>4.3 Tierra, Aire y Agua</b>							
4.3.1	Diversidad Biológica	No se incluyen elementos de diseño que promuevan el bienestar de la naturaleza	La construcción invade los espacios de la naturaleza	2	Versatilidad del sistema permite la inclusión de corredores biológicos y elementos naturales según el diseño	3	1
4.3.2	Calidad del Aire y el Agua	Se utilizan el agua durante el proceso de fabricación del sistema constructivo	El agua utilizada se contamina en los equipos de fabricación y compromete su calidad	1	El agua utilizada durante la fabricación del sistema recibe tratamientos aprobados para llevarla a los parámetros de aceptación que exige el reglamento nacional antes de ser vertida nuevamente.	4	3
4.3.3	Consumo de Agua	Es necesario la hidratación de los elementos cementicios por siete días para que tengan un mejor desarrollo de las propiedades mecánicas	Se requiere un alto consumo hídrico para el curado de los elementos cementicios	2	Usar premezclados aditivos para reducir la cantidad de días de curado y así reducir el consumo hídrico de la obra	3	1
4.3.4	Desplazamiento del Agua Sanitaria	Se requieren cajas de registro para los sistemas de desplazamiento de aguas	Elementos robustos y pesados requieren de equipos especializados para su transporte aumentando el costo de colocación.	2	Se pueden prefabricar cajas de registro más económicas y livianas para sistemas de tuberías que permitan el desplazamiento de agua.	3	1



Categoría		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
Subcategoría	Elemento						
4.4 Consumo							
4.4.1	Reciclaje y Reutilización	La construcción tradicionalmente no incluye políticas de reciclaje	Mayor generación de residuos	1	El material de desecho o no utilizado en el proyecto puede ser reutilizado en la confección de elementos decorativos tipo bancas o mesas.	5	4
4.4.2	Disposición	Los residuos sólidos se desechan irresponsablemente	Productos no son tratados correctamente y son fuente de contaminación	1	Sur Química S.A. se encarga de la recolección del material desecho asociado a los productos que comercializa para darle el tratamiento adecuado en su propio centro de gestión ambiental.	4	3
4.4.3	Contaminación y Polución	Se requiere el uso de sustancias contaminantes para el desarrollo de la construcción.	Se da una alta contaminación al suelo, el aire y el agua	1	El uso de materias primas libres de CFC y HCFC previenen el daño al aire y la capa de ozono. Adicionalmente la gestión de residuos sólidos por parte de Sur permite evitar que los residuos terminen contaminando el suelo.	4	3
4.4.4	Generación de Residuos	La construcción es una fuente importante de residuos	Mayor daño a los ecosistemas a causa del alto impacto ambiental	2	El uso de sistemas modulares como el tipo emparedado reduce el desperdicio y optimiza el uso de recursos	4	2
<b>Promedio del Planeta</b>				<b>1.7</b>		<b>3.7</b>	<b>2.0</b>

Categoría		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
Subcategoría							
Elemento							
<b>5 Impactos a la Prosperidad (Económicos)</b>							
<b>5.1 Análisis del Caso de Negocio</b>							
5.1.1	Modelado y Simulación	Se revisan las simulaciones para analizar la mejor alternativa	La simulación permite elegir objetivamente la opción que represente mayores beneficios	2	El uso del sistema constructivo brinda una alternativa adicional que se reduce el costo de la obra, el tiempo de ejecución y presente beneficios adicionales para los clientes	3	1
5.1.2	Valor Presente	Se presupuesta la cantidad de dinero necesaria para el desarrollo del proyecto y se estima el valor presente	El valor presente es mayor al presupuesto, por lo que se reduce el alcance de la obra	3	Al utilizar un sistema constructivo con costos más competitivos es factible la construcción del proyecto tal como fue concebido	4	1
5.1.3	Beneficios Financieros Directos	La operación de los sistemas de climatización del edificio representa un costo significativo	Altos costos de operación pueden representar que el proyecto no sea viable. Además, existe una mayor contaminación y producción de CO2 por este alto consumo	2	El uso del sistema termoaislante produce una reducción del consumo energético, así como del monto a pagar por dicho servicio, esto genera ahorros para los propietarios de la edificación durante todos los años de operación	3	1
5.1.4	Retorno sobre la Inversión	El ROI se calcula para analizar la viabilidad del proyecto	Altos costos de construcción pueden generar un ROI menor y poco atractivo	3	Al tener mayores beneficios directos y menores costos del proyecto hace que el uso del sistema constructivo en análisis presente un mayor ROI haciéndolo más atractivo.	4	1
5.1.5	Relación Beneficio-Costo	El BCR se calcula para analizar la viabilidad del proyecto	Altos costos de construcción pueden generar un BCR menor y poco atractivo	3	Al utilizar el sistema constructivo tipo emparedado se tienen igual o mayores beneficios y menores costos lo que genera un BCR mayor	4	1

Categoría		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
Subcategoría	Elemento						
5.1.6	Tasa Interna de Retorno						
<b>5.2 Agilidad del Negocio</b>							
5.2.1	Flexibilidad/Opcionalidad	Se dan cambios en el diseño de la obra durante su ejecución	Alto costo de modificación evita su ejecución	2	El sistema tipo emparedado presenta mayor flexibilidad ante los cambios durante el proceso de ejecución y permite se realicen sin incurrir en costos de demolición mayores	4	2
5.2.2	Flexibilidad del Negocio	Hay muchos competidores en el mercado de la construcción	Se reduzcan las ganancias para poder competir	2	Un sistema modular y con las ventajas de sostenibilidad citadas podría representar un nicho de negocio poco explorado.	4	2
<b>5.3 Estimulación Económica</b>							
5.3.1	Impacto Económico Local	Traslado de mano de obra de la empresa	El costo de viáticos y hospedaje afecta el presupuesto de la obra	1	Contratación de mano de obra local	3	2
5.3.2	Beneficios Indirectos	Exploración de beneficios indirectos asociados al desarrollo del proyecto	Pocos o nulos beneficios indirectos detectados	2	Se presentan beneficios indirectos como aporte de puntaje a certificaciones LEED	3	1
<b>Promedio de Prosperidad</b>				<b>2.2</b>		<b>3.5</b>	<b>1.3</b>
<b>Promedio General</b>				<b>2.2</b>		<b>3.8</b>	<b>1.6</b>

Nota: La figura muestra el análisis de impactos P5 enfocado en la fabricación y uso del sistema constructivo tipo emparedado con malla tridimensional y con relleno de espuma de poliestireno en el desarrollo de proyectos.

Al analizar los resultados correspondientes se aprecia como la fabricación y comercialización del sistema tipo emparedado con malla tridimensional con relleno de poliestireno para la construcción de proyectos brinda un impacto positivo para la sostenibilidad, donde destacan los parámetros de consumo gracias a las políticas de tratamiento de residuos que ofrece Sur Química a raíz de la comercialización de sus productos. Además, se plantean respuestas esperadas a la generación de empleo y al involucramiento de la comunidad local para promover la sostenibilidad. Por último, se destaca como el uso del sistema constructivo promueven el uso eficiente de recursos como la electricidad, el agua, la madera y el cemento, teniendo esto un impacto positivo en el desarrollo de los proyectos.

Del análisis P5 también se destacan los posibles efectos en la sostenibilidad en los apartados de cumplimiento de políticas públicas, protección para el pueblo indígena, privacidad del consumidor, no discriminación, trabajo de acuerdo con la edad, trabajo voluntario y retorno de la energía limpia, las políticas y valores que tiene Grupo Sur para hacer cumplir todas las disposiciones indicadas en el P5.

### **7.3 Relación del proyecto con las dimensiones del Desarrollo Regenerativo**

El desarrollo regenerativo es “una actitud proactiva, de manera que las actividades que realicemos, además de no tener impactos negativos, logren revertir el desarrollo insostenible que hemos realizado por los últimos 200 años” (Müller, 2016, p.24). El desarrollo regenerativo está basado en el análisis holístico de seis pilares: ambiental, social, económico, espiritual, cultural y político, entrelazados todos entre sí y el cual no solo busca reducir el deterioro de cada uno de ellos, sino más bien promover su reconstrucción y mejora permanente con el fin de poder encontrar propuestas que promuevan alcanzar el balance entre las necesidades del ser humano y las del planeta. A continuación, se muestra el análisis del uso del sistema tipo emparedado con malla tridimensional con relleno de poliestireno en cada uno de los pilares.

### 7.3.1 Ambiental

¿Cómo mi proyecto está diseñado para restaurar lo que ya ha sido dañado a nivel ambiental?

El sistema constructivo funciona como un muro de concreto reforzado monolítico, lo que reduce o incluso elimina el uso de columnas y vigas. Esto representa una gran ventaja ya que reduce el uso de madera utilizada como formaleta, que luego de concluida la obra es desechada. Al reducir la necesidad de madera en la construcción entonces se podría reducir también la tala de árboles.

Por otro lado, al tener un menor peso por m<sup>2</sup> es posible el diseño de cimientos o losas de menor tamaño para soportar la carga muerta de los edificios. Esta optimización del diseño reduce la cantidad de concreto necesario y con ello se reduce también el cemento y las emanaciones de CO<sub>2</sub> que se asocian a su producción.

¿Cómo se afectan los límites planetarios con mi proyecto? (biodiversidad, cambio climático, acidificación de los océanos, fósforo y nitrógeno (agroquímicos), agua dulce, cambio en el uso de la tierra y el ozono)

La construcción en general afecta los límites planetarios, ya que el desarrollo de proyectos promueve la deforestación, cambio de uso de suelo y por ende también la pérdida de hábitats para la biodiversidad además es un sector de gran demanda de energía eléctrica y recursos naturales, lo que contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero.

De este modo el uso de sistemas alternativos como el sistema tipo emparedado que promuevan el uso eficiente de recursos como madera y agua durante su ejecución y de energía eléctrica durante su operación, además de utilizar un producto inocuo, libre de HCFC y CFC, por lo que no afecta la capa de ozono logran reducir el efecto adverso que genera la construcción en el medio ambiental y los límites planetarios.

### **7.3.2 Social**

¿Cómo mi proyecto promueve una vida digna a todos los habitantes del planeta, según ODS?

La instalación de nuevas plantas de fabricación del sistema constructivo, tanto la de paneles como la de morteros son fuentes de empleo que le brinda trabajo digno, ingresos económicos, seguro social y capacitación para las personas que optan por estos puestos y sus familias.

El sector construcción también recibe un beneficio similar para sus trabajadores, al haber un crecimiento en este mercado por tener costos más competitivos se da un aumento en la necesidad de mano de obra para el desarrollo de estos, promoviendo el progreso y bienestar de los trabajadores.

### **7.3.3 Económico**

¿Cómo mi proyecto incorpora desde su diseño la generación de beneficios a las personas menos favorecidas?

El sector construcción es una fuente de trabajo típica para las personas menos favorecidas, quienes por sus condiciones de escolaridad buscan trabajo en oficios como la albañilería. Por lo tanto, promover el crecimiento de este sector a través del uso de tecnologías innovadores, con beneficios económicos como ambientales, se convierte en una fuente generadora de trabajo digno y crecimiento económico para esa población marginal que sufre en las épocas de crisis.

¿Cómo mi proyecto disminuye la brecha económica?

El diseño y la instalación de proyectos que utilicen el sistema constructivo tipo emparedado con malla tridimensional con relleno de poliestireno, aparte de ser fuentes de generación de empleo como se ha mencionado en apartados anteriores, promueve la

capacitación y la especialización del personal que se encarga de dichas labores. Dicha especialización promueve el emprendimiento del personal en pequeñas empresas que se encarguen de dicha labor y es permita un mayor crecimiento económico.

¿Cómo mi proyecto utiliza medios de intercambio distintos a las monedas tradicionales?

El uso del sistema constructivo tipo emparedado con malla tridimensional con relleno de poliestireno puede representar un tema nuevo tanto para los profesionales encargados de los proyectos como a la mano de obra que se encarga propiamente de la construcción, por lo que se promueve el intercambio de conocimiento mediante capacitaciones e inspecciones por parte de especialistas para que existan nuevos profesionales que puedan realizar las especificaciones correctas en nuevos proyectos y mano de obra con mejor capacitación que se encargue de la correcta instalación de sus componente.

#### **7.3.4 Espiritual**

¿Cómo mi proyecto propicia el contacto de los seres humanos con la naturaleza?

Al ser el sistema tipo emparedado un sistema modular se reduce el desperdicio del producto y aquel que se genera puede ser utilizado para construir elementos decorativos como bancas o mesas que puedan ser instalados en patios o parques permita a los usuarios conectar con la naturaleza.

¿Cómo mi proyecto propicia el contacto de los seres humanos con otros seres humanos para compartir en condición de iguales, sin juicios y escucha activa el uno del otro?

El sistema constructivo es ligero y fácil de mover en la obra y su instalación es mucho más sencilla de realizar y requiere de un esfuerzo físico menor que el que se realiza en los sistemas constructivos convencionales; esto promueve el bienestar de los obreros quienes

llegarán a sus hogares menos cansados luego de la jornada laboral, permitiéndole compartir de actividades con sus familias.

¿Cómo mi proyecto fomenta espacios de descanso y meditación?

El sistema tipo emparedado con malla tridimensional y espuma de poliestireno presenta un muy buen aislamiento acústico que permite la construcción de espacios aislados del ruido exterior, lo que promueve espacios ideales para el desarrollo de prácticas de descanso y meditación.

¿Cómo mi proyecto propicia espacios de reflexión para mirar hacia adentro y mejorar mis habilidades esenciales?

El diseño arquitectónico de los proyectos construidos con el sistema tipo emparedado permite entrar en armonía con el entorno y el ambiente donde se construyen, esto se debe lograr desde la concepción del proyecto, donde gracias a la facilidad de instalación y versatilidad del sistema, los diseñadores pueden ir más allá de lo que la arquitectura tradicional está acostumbrada y lograr la construcción de proyectos innovadores o incluso artísticos.

### **7.3.5 Cultural**

¿Cómo mi proyecto fortalece o afecta las expresiones artísticas y/o culturales del país o la Región en la que se desarrolla?

La versatilidad del sistema permite la generación de curvas, formas y figuras tanto para el techo como en las paredes, lo cual permite a los profesionales plantear diseños creativos y originales desde la concepción del proyecto, sin que el proceso constructivo represente una limitante. Los paneles se pueden curvar desde la fábrica o bien en el proyecto, se pueden



cortar y armar para lograr elementos decorativos deseados, los cuales son repellados posteriormente para generar elementos resistentes y duraderos.

¿Cómo se involucra o excluye el conocimiento de las personas adultas mayores?

El desarrollo de conocimiento que han adquirido las personas mayores a través de experiencias y años de carrera en la rama de la construcción es algo que se debe aprovechar para la formación de nuevos trabajadores y profesionales que reciban dicho conocimiento y lo puedan implementar en el desarrollo de proyectos que utilicen el sistema constructivo y puedan explotar todas las ventajas con que esta cuenta.

¿Cómo mi proyecto protege o afecta el entorno visual y auditivo del lugar donde se desarrolla?

La facilidad de colocación y maleabilidad del sistema permite realizar diseños arquitectónicos más atractivos y decorativos sin que esto vaya a tener un efecto significativo en los costos de construcción de las obras. Además, este sistema al combinar capas de mortero con bloques de poliestireno genera elementos con aislamiento acústico que permite la reducción del sonido exterior hacia el interior del inmueble.

¿Cómo mi proyecto respeta o invade costumbres propias de las poblaciones en las que se desarrolla?

La versatilidad del sistema permite la construcción de estructuras que respeten las costumbres del diseño arquitectónico propias del sitio donde se desarrolle el proyecto, sea, por ejemplo, la construcción de techos curvos, cúpulas o losas de azotea planas, o bien la colocación de acabados específicos. Todo ello se puede lograr fácilmente sin la necesidad de incurrir en gastos adicionales.

### 7.3.6 Política

¿Cómo mi proyecto beneficia que los ciudadanos tengan una participación activa en el diseño de su propio futuro?

Los costos competitivos del sistema fomentan la participación de las personas en el desarrollar y emprendimiento de sus propios proyectos y lograrlos a un menor plazo, sean proyectos habitacionales como construir su vivienda o bien laborales donde requieran construir espacios para el desarrollo de sus actividades económicas.

¿Cómo mi proyecto empodera a mujeres y jóvenes para tomar posiciones de liderazgo?

Si bien el sistema ya cuenta con algunos años de existir, su uso no ha sido masificado, a pesar de las ventajas que puede presentar en comparación a los sistemas tradicionales, por lo que el proyecto busca brindar técnicas y herramientas que permitan a jóvenes profesionales utilizar el sistema constructivo de forma eficiente y así logren romper los esquemas y la barrera cultural que existe en el sector construcción y de este modo puedan liderar proyectos que generen beneficios económicos, sociales y ambientales..

¿Cómo mi proyecto involucra o excluye la voz de las personas autóctonas de la zona en la que se desarrolla sin importar su nivel o clase social?

El sistema constructivo es fácilmente transportable para el desarrollo de proyectos habitacionales en zonas alejadas que pueden tener características muy diferentes, por lo que se promueve la participación de la comunidad autóctona para conocer las necesidades que tienen y así poder desarrollar soluciones ajustadas propiamente a estas necesidades

## Lista de Referencias

- Ambriz, R. (13 de agosto de 2008). *La gestión del valor ganado y su aplicación*. PMI.  
<https://www.pmi.org/learning/library/es-las-mejores-practicas-de-gestion-del-valor-ganado-7045>
- Alonso, M. (29 de diciembre de 2022). *Estrategia empresarial: qué es y cómo planificarla*. Asana. <https://asana.com/es/resources/enterprise-strategy>
- Alvarado, F. (26 de enero de 2021). *Urge la intervención del Gobierno para acelerar crecimiento del sector construcción*. Cámara Costarricense de la Construcción.  
<https://www.construccion.co.cr/Post/Detalle/43576/urge-la-intervencion-del-gobierno-para-acelerar-crecimiento-del-sector-construccion>
- Avello, R. (19 de marzo de 2018). *Las fuentes de información y su evaluación*. Grupo comunicar. <https://doi.org/10.3916/escuela-de-autores-068>
- Betancourt, D. F. (17 de febrero de 2017). *Los supuestos en la metodología de marco lógico*. Ingenio Empresa. [www.ingenioempresa.com/supuestos-marco-logico](http://www.ingenioempresa.com/supuestos-marco-logico).
- Boogard, K. (28 de septiembre de 2021). *¿Qué es la gestión híbrida de proyectos?* Wrike.  
<https://www.wrike.com/es/blog/que-es-la-gestion-hibrida-de-proyectos/>
- Cabot, J. (1 de diciembre de 2013). *Los tres tipos de estrategia empresarial*.  
<https://www.gestion.org/los-tres-tipos-de-estrategia-empresarial/>
- Cámara Costarricense de la Construcción (2007). *Evolución y estado actual del sector construcción: impacto en la economía y desafíos*.  
<https://repositorio.conare.ac.cr/handle/20.500.12337/297?show=full>
- Cámara Costarricense de la Construcción (Agosto, 2023). *Informe económico del sector construcción*.  
<https://www.construccion.co.cr/Multimedia/Archivo/12658#:~:text=El%20sector%20const>

- rucci%C3%B3n%20es%20estrat%C3%A9gico,actividades%20inmobiliarias%2C%20entre%20otros).
- Carbajal, R. (2020). *Metodología de la investigación: investigación bibliográfica* (1ra ed) <https://ri.ufg.edu.sv/jspui/bitstream/11592/9845/1/Tecnicas-de-investigacion-documental%20%281%29.pdf>
- Carboni, J., Duncan, W., González, M., Milson, P. y Young, M. (2018) *Gestión de Proyectos Sostenibles: La Guía de Referencia de GPM*. GPM Global.
- Carranza, A. (4 de noviembre de 2021). *Desarrollo de nuevos productos: el poder de la planificación para innovar*. Crehana. <https://www.crehana.com/blog/negocios/desarrollo-de-nuevos-productos/>
- Centro de Investigación y Capacitación en Administración Pública (28 de enero de 2017) *¿cómo dar una retroalimentación efectiva para la mejora de los equipos de trabajo?* CICAP. <https://cicap.ucr.ac.cr/como-dar-una-retroalimentacion-efectiva-para-la-mejora-de-los-equipos-de-trabajo/>
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica (2011). *Código Sísmico de Costa Rica 2010*. Editorial Tecnológico de Costa Rica. <https://www.codigosismico.or.cr/descargas/CSCR2010.pdf>
- Conislla, J.J y Hermoza,W.M. (2022) *Aplicación de Sistema Constructivo Emmedue para módulos de vivienda en la zona costera de Lima*. [tesis de Ingeniería Civil, Universidad Peruana de ciencias aplicadas]. Repositorio Académico UPC. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/659131>
- Emmedue (s.f.). *Las Ventajas*. Emmedue. <https://www.mdue.it/es/ventajas.php>
- Emmedue (2008) *Sistema constructivo Emmedue Manual operativo* (6ta ed). Emmedue.
- Emmedue (2015) *Manual de cálculo estructural Emmedue (Según el código ACI-318)* (2da ed). Emmedue.

- Fingermann, H. (13 de junio de 2014). *Concepto de supuesto*. Deconceptos.  
<https://deconceptos.com/general/supuesto>
- Gómez, M. (2018). *Elementos de Estadística Descriptiva*. Editorial Universidad Estatal a Distancia (EUNED).
- GPM Global (2019). *El Estándar P5™ de GPM para la sostenibilidad en la dirección de proyectos*. GPM Global
- Grupo Sur Química (2016). *Fundamentos Grupo Sur*. <https://www.gruposur.com/web/sobre-sur/codigo-de-etica/>
- Hernandez, R. (2014) *Metodología de la investigación*. McGraw Hill Education
- Instituto Costarricense de Electricidad (2022) *Informe de atención de demanda y producción de electricidad con fuentes renovables*. ICE.  
<https://apps.grupoice.com/CenceWeb/documentos/3/3008/17/INFORME%20GEN%20RENOVABLE%202022.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Censo (2022). *Estadísticas de la Construcción. I SEMESTRE 2022*. <https://admin.inec.cr/sites/default/files/2022-09/reeconst-is2022.pdf>
- International Organization for Standardization (2015). *Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos*. ISO.
- Kerzner, H. (2022). *Project management : a systems approach to planning, scheduling, and controlling*. John Wiley & Sons, Inc.
- Lledo, P. (2017) *Administración de proyectos: El ABC para un Director de proyectos exitoso*. Pablolladó.
- Lledó, P. (2018) *Técnico en gestión de proyectos: Claves para aprobar el examen CAMP®*. Pablolladó.
- López, A. y Lanckenau, D. (2017). *Administración de proyectos. La clave para la coordinación efectiva de actividades y recursos*. Pearson Educación de México.

Maranto, M. (2015). *Fuentes de información*.

<https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/16700/LECT132.pdf>

Mata, E. (2022). Estimación de rendimientos de mano de obra y material en la aplicación de morteros de repello industrializado en proyectos de vivienda. *Métodos & Materiales*. 12 (1). 32-41.

Mata, L.D. (26 de noviembre de 2019). *Marco metodológico de investigación*. Investigalia.

<https://investigaliacr.com/investigacion/marco-metodologico-de-investigacion/>

Melendez, J. R., y El Salous, A.(2021). Factores críticos de éxito y su impacto en la Gestión de Proyectos empresariales: Una revisión integral. *Revista de Ciencias Sociales*, 27(4), 228-242. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8229889>

Melo, S (30 de septiembre de 2021). *¿Para qué sirve una lista de verificación y cómo usarlas de forma efectiva?* Datascope. <https://datascope.io/es/blog/que-es-y-para-que-sirve-una-lista-de-verificacion/>

Müller, E. (2016). *Desarrollo regenerativo ante el cambio global, garante de un futuro económico, social y ambiental. El caso de Centroamérica*.

<https://campusuci2.com/REP/00IVU/U2/03.pdf>

Organización de las Naciones Unidas (s.f.) *Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)*. ONU.

<https://www.cepal.org/es/temas/agenda-2030-desarrollo-sostenible/objetivos-desarrollo-sostenible-ods>

Organización de las Naciones Unidas (2015) *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. ONU.

<https://omeka.campusuci2.com/biblioteca/files/original/3ede45101ae9d32b70e56332bab-c3d00.pdf>

- Palacios, A. F., Torres, D. L. y Torres G.J. (2013). *Ayudas de diseño para sistemas portantes Emmedue de paneles de hormigón armado con núcleo de E.P.S. (sistema de poliestireno expandido)* [tesis de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería]. Centro de documentación. <https://core.ac.uk/download/pdf/250142837.pdf>
- Pimienta, J. H. (2018) *Metodología de la investigación, Competencias + Aprendizaje + Vida*. Pearson Educación.
- Porter, M.E. (1997), Competitive Strategy, *Measuring Business Excellence*, 1 (2). 12-17. <https://doi.org/10.1108/eb025476>
- Pressman. R.S (2010). *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico*. McGraw Hill Education.
- Project Managment Business Centre (10 de mayo de 2023) *¿Qué son los entregables de un proyecto?* PMBC. <https://pmbc.es/que-son-los-entregables-de-un-proyecto/>
- Project Managment Institute (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)*. PMI.
- Project Managment Institute (2021). *El estándar para la dirección de proyectos e Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)*. PMI.
- Rodríguez, A., y Pérez, A. O. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, (82), 175–195. <https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>
- Solis, A. (2017). *Informes de pruebas de resistencia al fuego al sistema MKS-SUR* (Informe n° CBCR-026161-2017-UII-00990. Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica.
- Stsepanets. A (8 de mayo de 2022) *¿Qué son los entregables de un proyecto y cómo asegurar una entrega de acuerdo con el plan?* GanttPro. <https://blog.ganttpro.com/es/entregables-de-un-proyecto/>
- Szreder, J., Walentynowicz, P. y Sycz, P. (2019). *Adaptative Project Framework as a Development Project Management Method on the Example of the Kashubska Ostoja*

Project. *Real Estate Management and Valuation*. 27 (1). 5-14.

<https://doi.org/10.2478/remav-2019-0001>.

Thomas, G. (2011). *How to Do Your Case Study: A Guide for Students and Researchers*. Sage Publications.

Ulloa Meneses, P. L. (2020) *Plan de mejora para la metodología de gestión de proyectos de investigación en la dirección de proyectos del Instituto Tecnológico de Costa Rica* [tesis de maestría, Universidad para la Cooperación Internacional]. Centro de documentación. <https://www.ucipfg.com/biblioteca/files/original/6ab0b4d0e50049a2a78b60e2082c8235.pdf>



**Anexos**

**Anexo 1: ACTA (CHÁRTER) DEL PFG****ACTA DE LA PROPUESTA DE  
PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN (PFG)**

1. Nombre del (de la) estudiante

Leonardo Rojas Mata


2. Nombre del PFG

Metodología para la gestión de proyectos de asesoría técnica para la instalación del sistema constructivo tipo emparedado con base en una malla metálica tridimensional con relleno de poliestireno expandido.

3. Área temática del sector o actividad

Construcción / Investigación y Desarrollo / Inspección de obra

4. Firma de la persona estudiante



5. Nombre de la persona docente SG

Álvaro Mata Leitón

6. Firma de la persona docente

7. Fecha de la aprobación del Acta:

18 de octubre de 2023

8. Fecha de inicio y fin del proyecto

6 de septiembre de 2023

18 de marzo de 2023

9. Pregunta de investigación

¿Cuáles factores deben de considerarse para el planeamiento, ejecución e inspección de un proyecto de asesoría técnica para el uso del sistema tipo emparedado con base en una malla metálica tridimensional con relleno de poliestireno expandido?

## 10. Hipótesis de investigación

Es factible elaborar una metodología que permita el planeamiento, instalación e inspección de proyectos de asistencia técnica para la instalación del sistema tipo emparedado con base en una malla metálica tridimensional con relleno de poliestireno expandido.

## 11. Objetivo general

Establecer una metodología para la gestión de proyectos de asistencia técnica para la instalación del sistema tipo emparedado con base en una malla metálica tridimensional con relleno de poliestireno expandido que permita el planeamiento, instalación e inspección del sistema constructivo para tener un mejor control de obra y garantizar una adecuada ejecución.

## 12. Objetivos específicos

1. Describir los procedimientos técnico-comerciales utilizados para el desarrollo de proyectos con el fin de detallar el contexto actual en que se ejecutan.
2. Elaborar los procesos de inicio que incluyen el acta de constitución y el análisis de los involucrados del proyecto para hacer una descripción de alto nivel del proyecto y sus principales interesados.
3. Desarrollar los procesos de planificación del proyecto con el fin de estructurar su ejecución y definir las líneas base para el control del proyecto.
4. Proponer procesos, procedimientos, técnicas y herramientas para la ejecución del Proyecto de manera que se logre el seguimiento de los procesos de planificación y los objetivos del proyecto.
5. Diseñar los procesos, procedimientos, técnicas y herramientas de monitoreo y control, así como del cierre del proyecto, con el fin de determinar si se presentan desviaciones de las líneas base, revisar y regular el progreso y desempeño del proyecto, así como generar cambios al plan en caso de ser requerido, y se logre cerrar el proyecto de forma ordenada.
6. Implementar la metodología propuesta en un proyecto típico para demostrar su aplicabilidad.
7. Proponer la estrategia de divulgación e implementación de la metodología para lograr su estandarización.

## 13. Justificación del PFG

- a. La construcción es una de las industrias más relevantes para la economía, de acuerdo con el Instituto Costarricense de estadística y Censo para el primer trimestre de 2022 se construyeron más 12.360 soluciones habitacionales para un total de 1.202.912 m<sup>2</sup> de construcción lo que representa más de ₡372.383 millones, por lo que el uso de nuevas tecnologías y nuevos sistemas constructivos que busquen brindar a los usuarios menores costos, tiempos de entrega más cortos o bien mejores características que lo que se podría obtener con los sistemas convencionales, promueve el crecimiento de este mercado e impulsar esta actividad.
- b. El desarrollo de esta metodología permitirá brindar lineamientos estandarizados para el análisis, cuantificación e instalación del sistema constructivo tipo emparedado con base en una malla metálica tridimensional con relleno de poliestireno expandido., de modo que los profesionales encargados de estos proyectos puedan tener un mejor control de

obra y así cumplir con alcance, los costos y tiempos planificados, así como con la calidad del producto esperado.

14. Estructura de desglose de trabajo (EDT). En forma tabular, que describa el entregable principal y los secundarios -productos o servicios que generará el PFG-.

1. PFG
  - 1.1 Perfil del PFG
    - 1.1.1 Introducción
    - 1.1.2 Marco Teórico
    - 1.1.3 Marco Metodológico
    - 1.1.4 Investigación bibliográfica preliminar
    - 1.1.5 Anexos (cronograma del PFG, EDT del PFG, Acta del PFG)
  - 1.2 Desarrollo del PFG
    - 1.2.1 Descripción del proceso actual para el análisis de proyectos.
      - 1.2.1.1 Análisis de información de entrada
      - 1.2.1.2 Informe del alcance del proyecto
      - 1.2.1.3. Inspección de obra y cierre.
    - 1.2.2 Proceso de inicio.
      - 1.2.2.1 Elaboración de acta de constitución del proyecto.
      - 1.2.2.2 Definición y análisis de involucrados
    - 1.2.3 Procesos de planificación.
    - 1.2.4 Procesos de ejecución.
      - 1.2.4.1 Diseño de la capacitación de proceso constructivo para mano de obra
      - 1.2.4.2 Propuesta de técnicas y herramientas para la inspección de obra
    - 1.2.5 Proceso de monitoreo y control.
      - 1.2.5.1 Técnicas y herramientas para el monitoreo y control de obra
      - 1.2.5.2 Desarrollo y revisión de indicadores claves
      - 1.2.5.3 Medidas preventivas y correctivas.
    - 1.2.6 Proceso de cierre.
      - 1.2.6.1 Cierre del proyecto
      - 1.2.6.2 Técnicas y herramientas para el cierre del proyecto
    - 1.2.7 Aplicación de la metodología propuesta a un caso real
    - 1.2.8 Proceso de implementación de metodología.
      - 1.2.8.1 Diseño de capacitación para aplicación de metodología.
      - 1.2.8.2 Ventajas de la metodología propuesta
      - 1.2.8.3 Lecciones aprendidas para la mejora en próximos proyectos.
    - 1.2.5 Conclusiones
    - 1.2.6 Recomendaciones
    - 1.2.7 Listas de referencias
    - 1.2.8 Anexos
    - 1.2.9 Aprobación del tutor para lectura
  - 1.3 Revisión de lectores
  - 1.4 Evaluación del tribunal

### 15. Presupuesto del PFG

<b>Gasto</b>	<b>Monto</b>
Combustible	\$500
Viáticos	\$200
Impresión de planos	\$150
Impresión de PFG	\$200
Suministros	\$150
Imprevistos	\$100
<b>Total</b>	<b>\$1,300</b>

### 16. Supuestos para la elaboración del PFG

1. Se tendrá acceso a ensayos, manuales constructivos, detalles constructivos típicos que permitan describir los aspectos constructivos, procedimientos y refuerzos a seguir en esta metodología.
2. Habrá un proyecto en ejecución dentro del plazo de desarrollo del Proyecto Final de Graduación, el cual será evaluado siguiendo la metodología propuesta.
3. Los proyectos evaluados tendrán un análisis estructural que respalde el uso del sistema constructivo tipo emparedado.
4. El tiempo del investigador para el PFG será de al menos 15 horas por semana durante el tiempo de la tutoría.

### 17. Restricciones para la elaboración del PFG

1. El tiempo máximo para la elaboración y aprobación del PFG es de 4 meses.
2. Se cuenta con un presupuesto limitado para el desarrollo de la metodología propuesta.
3. A pesar de que se tiene acceso a ciertos conjuntos de datos se deberá respetar las restricciones por asuntos éticos, legales o de confidencialidad de la empresa donde se desarrolla la metodología.
4. No tener disponibles datos histórico respecto a los costos de los sistemas convencionales que permitan realizar una comparación veraz para el análisis de implementación de un proyecto real.

### 18. Descripción de riesgos de la elaboración del PFG

1. Si no se delimita bien el alcance y se incluyen aspectos adicionales a la metodología puede que se afecte el cronograma propuesto.
2. Si la información histórica recopilada no proporciona datos precisos y confiables sobre proyectos, los resultados de la metodología podrían basarse en información insuficiente o incorrecta, impactando el alcance y la calidad del proyecto.
3. Si el documento resulta muy complejo y extenso podría dificultar su implementación por lo cual se puede ver afectado el cumplimiento del alcance para cual fue creado.
4. Si la información a nivel nacional es escasa se tendrá que utilizar información internacional que puede no cumplir con los parámetros requeridos por el Código Sísmico de Costa Rica CSCR-10, afectando el alcance del trabajo.

## 19. Principales hitos del PFG

Entregable	Fecha estimada de finalización
1.1.1 Inicio Seminario de Graduación	31 de agosto de 2023
1.1.2.1 Acta de PFG	7 de septiembre 2023
1.1.3 Seminario de graduación aprobado	27 de octubre de 2023
1.2.2 Desarrollo del PFG	25 de enero de 2023
1.2.2.2.8 Implementación de metodología	16 de enero de 2023
1.2.2.3 Aprobación de PFG	25 de enero de 2023
1.3.2 Trabajo de lectores	9 de febrero de 2024
1.4.3 Segunda revisión de lectores	11 de marzo de 2024
1.5.1 Aprobación por lectores	13 de marzo de 2024
1.5.3 Aprobación final del PFG	18 de marzo de 2024

## 20. Marco teórico

### 20.1 Estado de la cuestión

La industria de la construcción es una de las más relevantes en la economía de Costa Rica, donde el desarrollo de proyectos constructivos se ha basado en el uso de sistemas tradicionales como la mampostería y el concreto armado. Sin embargo, hay otros sistemas constructivos poco conocidos por los usuarios que brindan ventajas tanto para los usuarios finales como para los constructores, sin embargo, su uso no se ha masificado a causa de la falta de información técnica, códigos de diseño o incluso la falta de comunicación de la información existente. El desarrollo de este PFG pretende elaborar una metodología para la gestión de proyectos que instalen el sistema constructivo tipo emparedado con malla tridimensional con relleno de poliestireno, para que sirva de guía para el uso de sistemas constructivos no tradicionales en la construcción de proyectos de diversos tipos.

Para lograrlo es necesario tomar en consideración las exigencias y normativas tanto nacionales como internacionales, así como conocer los ensayos que se han realizado a este tipo de sistemas que amparan su uso, entre ellos ensayos estructurales, de resistencia al fuego, así como de desempeño de las propiedades mecánicas de los componentes propios de este sistema, especialmente el acero y el mortero con que se recubre.

Otro aspecto importante es describir el impacto que tiene este tipo de sistemas en la sostenibilidad y como a través de la reducción del desperdicio y la eficiencia energética se pueden obtener beneficios, más allá del ámbito económico.

También es fundamental conocer el proceso constructivo necesario para así poder determinar cuáles son los factores claves que pueden influir en la ejecución del proyecto y de este modo poder elaborar técnicas y herramientas que fomenten las buenas prácticas, ejecución e inspección de la obra.

La recopilación de información bibliográfica, así como la toma de datos de proyectos y el criterio de expertos en la materia servirán de insumos para el desarrollo de este trabajo.

### 20.2 Marco conceptual básico

Administración de proyectos, ciclo de vida, áreas del conocimiento, herramientas para la gestión de proyectos, sistemas constructivos, proceso constructivo, ensayos de laboratorio, normas internacionales, proyecto de construcción, mortero proyectado, ingeniería, diseño estructural, códigos de diseño, control de calidad, inspección de obra.

## 21. Marco metodológico

Objetivo	Nombre del entregable	Fuentes de información	Métodos de investigación	Herramientas	Restricciones
1. Describir los procedimientos técnico-comerciales utilizados para el desarrollo de proyectos con el fin de detallar el contexto actual en que se ejecutan.	Informe de situación actual.	Primarias: Entrevistas, Normativa institucional, bases de datos institucionales  Secundarias: Libros, revistas, tesis.	Método analítico-sintético  Análisis de casos  Método bibliográfico-documental	Gestión de la información, análisis de procesos, entrevistas, gestión de información.	La disponibilidad de los expertos a entrevistar es limitada.
2. Elaborar los procesos de inicio que incluyen el acta de constitución y el análisis de los involucrados del proyecto para hacer una descripción de alto nivel del proyecto y sus principales interesados.	Acta de constitución del proyecto  Análisis de involucrados	Primarias: Entrevistas, reuniones, normativa institucional, bases de datos institucionales  Secundarias: Guía del PMBOK (6ta. ed), Guía del PMBOK (7ma. ed), Guía de procesos: una guía práctica, artículos de internet, tesis.	Método analítico-sintético  Análisis de casos  Método bibliográfico-documental	Entrevistas, análisis de procesos, juicio de expertos, reuniones, gestión de la información.	No hay claridad en la información recibida que permita definir claramente el alcance del sistema constructivo en el proyecto a ejecutar.

<p>3. Desarrollar los procesos de planificación del proyecto con el fin de estructurar su ejecución y definir las líneas base para el control del proyecto.</p>	<p>Procesos de planificación</p>	<p>Primarias: Entrevistas, reuniones, normativa institucional, bases de datos institucionales, indicadores</p> <p>Secundarias: Guía del PMBOK (6ta. ed), Guía de procesos: una guía práctica, artículos de internet, tesis.</p>	<p>Método analítico-sintético</p> <p>Análisis de casos</p> <p>Método bibliográfico-documental</p>	<p>Entrevistas, análisis de alternativas, análisis de procesos, retroalimentación, juicio de expertos, reuniones, gestión de la información.</p>	<p>Diferencia de opiniones para estandarizar los procesos, procedimientos, técnicas y herramientas necesarias.</p>
<p>4. Proponer procesos, procedimientos, técnicas y herramientas para la ejecución del Proyecto de manera que se logre el seguimiento de los procesos de planificación y los objetivos del proyecto.</p>	<p>Diseño de capacitación Técnicas y herramientas</p>	<p>Primarias: Entrevistas, reuniones, normativa institucional, bases de datos institucionales.</p> <p>Secundarias: Guía del PMBOK (6ta. ed), Guía de procesos: una guía práctica, artículos de internet, tesis.</p>	<p>Método analítico-sintético</p> <p>Análisis de casos</p> <p>Método bibliográfico-documental</p>	<p>Listas de verificación, análisis de alternativas, análisis de procesos, retroalimentación, juicio de expertos, reuniones, capacitaciones, gestión de la información.</p>	<p>Diferencia de opiniones para estandarizar los procesos, procedimientos, técnicas y herramientas necesarias.</p>



<p>5. Diseñar los procesos, procedimientos, técnicas y herramientas de monitoreo y control, así como del cierre del proyecto, con el fin de determinar si se presentan desviaciones de las líneas base, revisar y regular el progreso y desempeño del proyecto, así como generar cambios al plan en caso de ser requerido, y se logre cerrar el proyecto de forma ordenada.</p>	<p>Técnicas y herramientas</p> <p>Procedimientos para la verificación de control de calidad del sistema</p> <p>Indicadores de desempeño</p> <p>Medidas preventivas y correctivas</p> <p>Informe de cierre del proyecto</p>	<p>Primarias: Entrevistas, reuniones, normativa institucional, bases de datos institucionales, estándares y métodos de control de calidad.</p> <p>Secundarias: Guía del PMBOK (6ta. ed), Guía de procesos: una guía práctica, artículos de internet, tesis.</p>	<p>Método analítico-sintético</p> <p>Análisis de casos</p> <p>Método bibliográfico-documental</p>	<p>Listas de verificación, entrevistas, análisis de alternativas, retroalimentación, juicio de expertos.</p>	<p>La disponibilidad de los expertos a entrevistas es limitada.</p> <p>Diferencia de opiniones para estandarizar los procesos, procedimientos, técnicas y herramientas necesarias.</p>
<p>6. Implementar la metodología propuesta en un proyecto típico para demostrar su aplicabilidad.</p>	<p>Informe de aplicación de metodología</p>	<p>Primarias: Bases de datos institucionales, indicadores</p> <p>Secundarias: Artículos de internet, tesis.</p>	<p>Método analítico-sintético</p> <p>Análisis de casos</p> <p>Método bibliográfico-documental</p>	<p>Listas de verificación, presentaciones, retroalimentación, capacitaciones, gestión de la información.</p>	<p>Diferencia de opiniones para la implementación de los procesos, procedimientos, técnicas y herramientas necesarias.</p>

<p>7. Proponer la estrategia de divulgación e implementación de la metodología para lograr su estandarización.</p>	<p>Diseño de capacitación</p>	<p>Primarias: Reuniones, normativa institucional</p> <p>Secundarias: Guía del PMBOK (6ta. ed), artículos de internet, tesis.</p>	<p>Método analítico-sintético</p> <p>Análisis de casos</p> <p>Método bibliográfico-documental</p>	<p>Reuniones, retroalimentación, presentaciones, capacitaciones, gestión de la información.</p>	<p>La disponibilidad para entrevistas de expertos en comunicación que brinden técnicas y herramientas que faciliten la divulgación de la metodología es limitada.</p>
--	-------------------------------	--	---	---	---

## 22. Validación del trabajo en el campo del desarrollo regenerativo y desarrollo sostenible

El desarrollo regenerativo en proyectos de construcción puede ser incluido desde la concepción de este, donde se incorpora un enfoque de diseño sostenible que mitigue el impacto que podría tener su ejecución. Para ello se pueden utilizar materiales innovadores que brinden ventajas tanto a nivel económico como ambiental y entre ellos destacan el sistema constructivo tipo emparedado, el cual además de reducir los tiempos y costos de ejecución, promueve el uso eficiente de recursos, genera menor cantidad de desecho y es de fácil colocación lo que promueve la transferencia de conocimiento entre las partes. El desarrollo de una metodología para la gestión de proyectos que utilicen el sistema constructivo tipo emparedado va a permitir la ejecución ordenada y eficiente de los proyectos y con ello promover el bienestar de los trabajadores, además se generan nuevas fuentes de empleo que permiten el progreso de los más necesitados. Por otro lado, la implementación de prácticas sostenibles permite el desarrollo de espacios de meditación que busquen conectar con la naturaleza, así como el involucramiento por parte de los interesados.

Los posibles indicadores serían

- Empleos generados por el desarrollo de proyectos con el sistema tipo emparedado.
- Consumo energético.
- Generación de escombros
- Nueva inversión al sector construcción.

## **Anexo 2: EDT del PFG**

### **1. PFG**

#### **1.1 Seminario de graduación**

- 1.1.1 Inicio SG
- 1.1.2 Entregables
  - 1.1.2.1 Acta de PFG
  - 1.1.2.2 EDT
  - 1.1.2.3 Cronograma
  - 1.1.2.4 Marco teórico
  - 1.1.2.5 Marco metodológico
  - 1.1.2.6 Validación Desarrollo Regenerativo
  - 1.1.2.7 Resumen y documento consolidado
- 1.1.3 Revisión documento integrado
- 1.1.4 Seminario de graduación aprobado

#### **1.2 Tutoría de desarrollo**

- 1.2.1 Tutor
  - 1.2.1.1 Asignación
  - 1.2.1.2 Comunicación
- 1.2.2 Desarrollo PFG
  - 1.2.2.1 Revisión tutor
  - 1.2.2.2 Avances
    - 1.2.2.2.1 Revisión Perfil PFG
    - 1.2.2.2.2 Descripción proceso actual
    - 1.2.2.2.3 Proceso de inicio
    - 1.2.2.2.4 Proceso de planificación
    - 1.2.2.2.5 Proceso de ejecución
    - 1.2.2.2.6 Proceso de monitoreo y ejecución
    - 1.2.2.2.7 Proceso de cierre
    - 1.2.2.2.8 Implementación de metodología
    - 1.2.2.2.9 Conclusiones y recomendaciones
    - 1.2.2.2.10 Compilación y revisión trabajo completo
  - 1.2.2.3 Aprobación de PFG

#### **1.3 Lectores**

- 1.3.1 Solicitud de asignación
  - 1.3.1.1 Asignación
  - 1.3.1.2 Comunicación de asignación
  - 1.3.1.3 Envío de PFG a lectores
- 1.3.2 Trabajo de lectores
  - 1.3.2.1 Lector 1
    - 1.3.2.1.1 Revisión PFG
    - 1.3.2.1.2 Informe de envío de lectura

1.3.2.2 Lector 2

1.3.2.2.1 Revisión PFG

1.3.2.2.2 Informe de envío de lectura

**1.4 Tutoría de ajuste**

1.4.1 Mejoras al PFG

1.4.2 PFG corregido

1.4.3 Segunda revisión de lectores

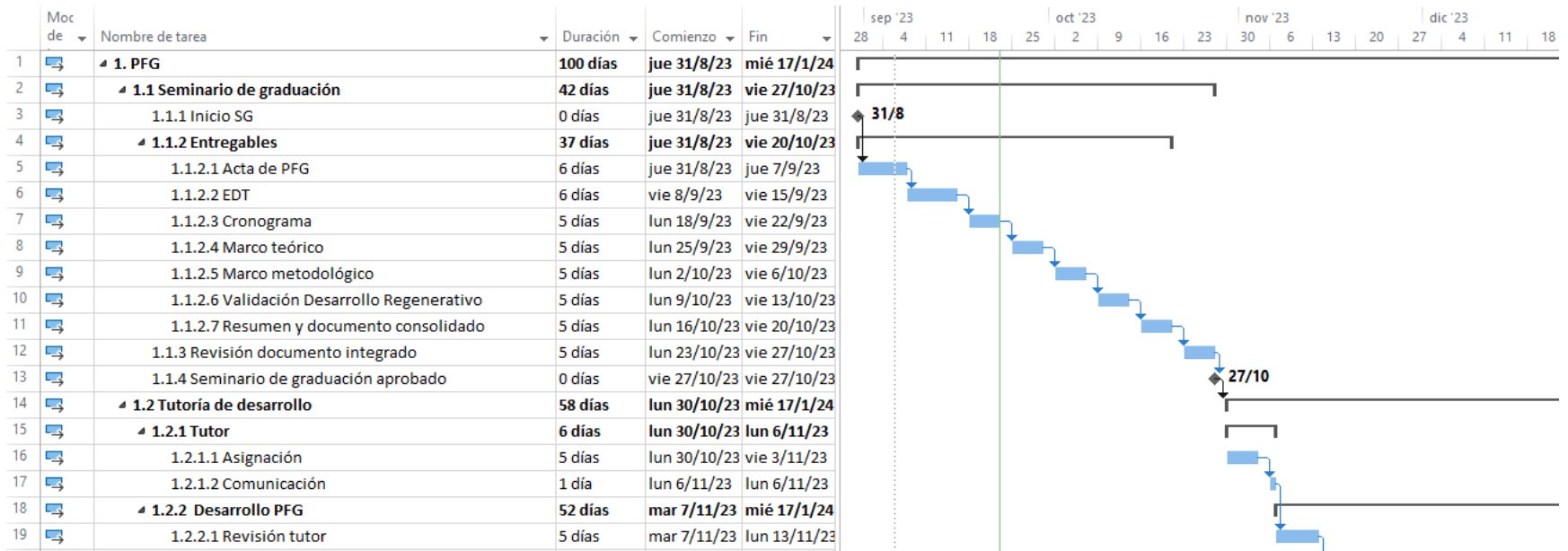
**1.5 Evaluación**

1.5.1 Aprobación por lectores

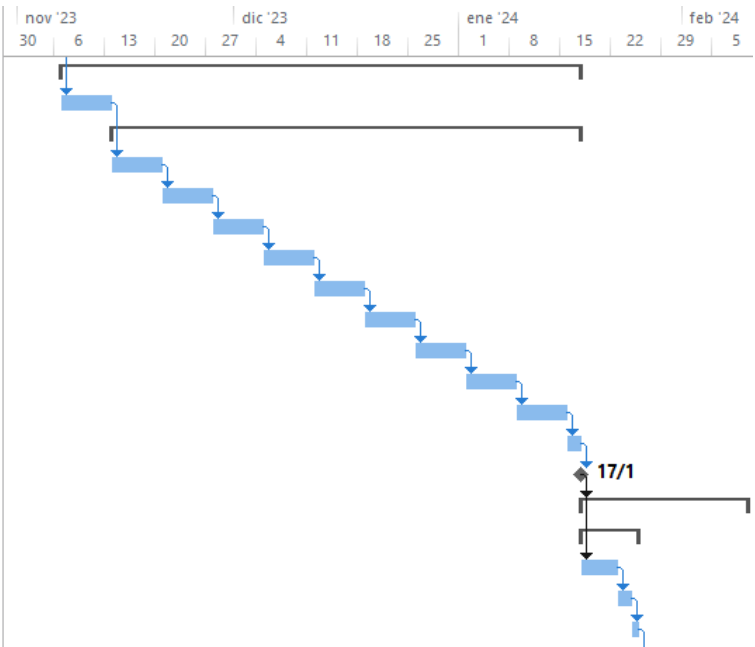
1.5.2 Calificación del Tribunal

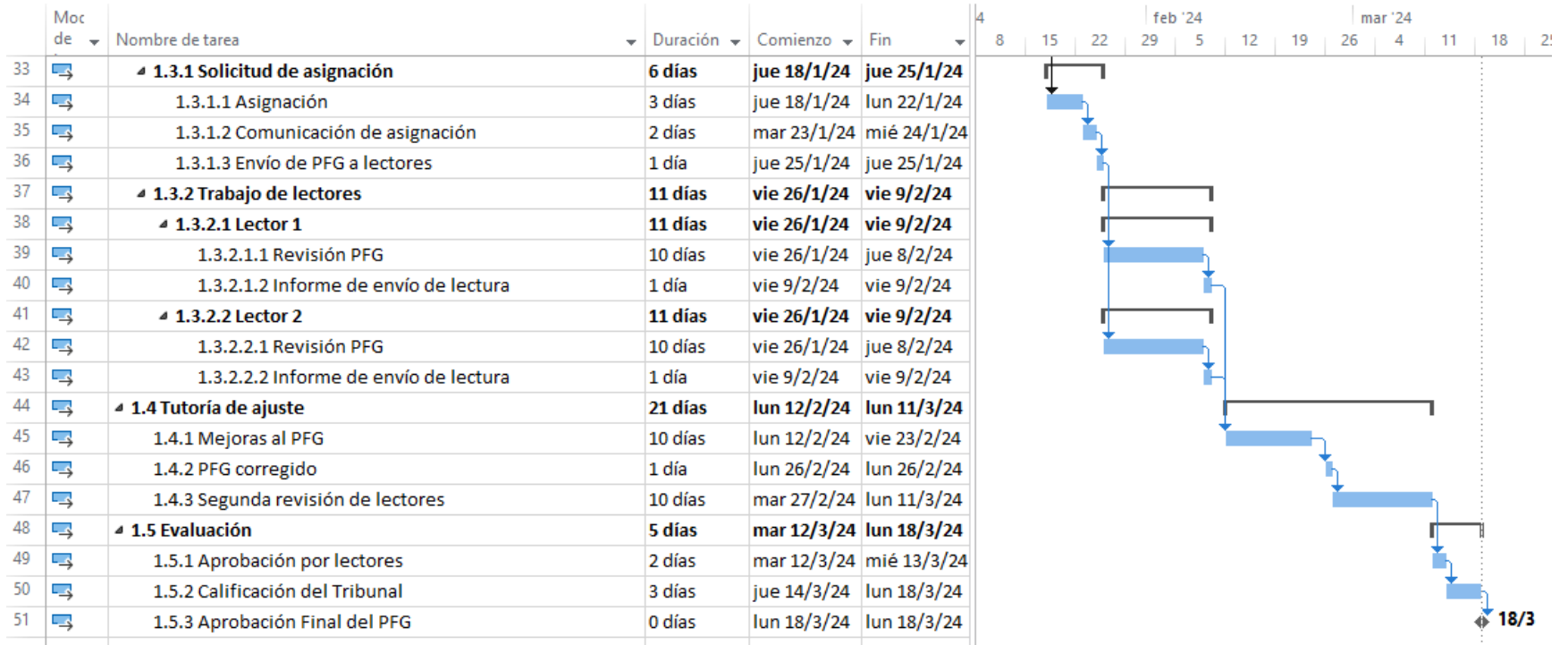
1.5.3 Aprobación Final del PFG

Anexo 3: CRONOGRAMA del PFG



Moc de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
18	1.2.2 Desarrollo PFG	52 días	mar 7/11/23	mié 17/1/24
19	1.2.2.1 Revisión tutor	5 días	mar 7/11/23	lun 13/11/23
20	1.2.2.2 Avances	47 días	mar 14/11/23	mié 17/1/24
21	1.2.2.2.1 Revisión Perfil PFG	5 días	mar 14/11/23	lun 20/11/23
22	1.2.2.2.2 Descripción proceso actual	5 días	mar 21/11/23	lun 27/11/23
23	1.2.2.2.3 Proceso de inicio	5 días	mar 28/11/23	lun 4/12/23
24	1.2.2.2.4 Proceso de planificación	5 días	mar 5/12/23	lun 11/12/23
25	1.2.2.2.5 Proceso de ejecución	5 días	mar 12/12/23	lun 18/12/23
26	1.2.2.2.6 Proceso de monitoreo y ejecución	5 días	mar 19/12/23	lun 25/12/23
27	1.2.2.2.7 Proceso de cierre	5 días	mar 26/12/23	lun 1/1/24
28	1.2.2.2.8 Implementación de metodología	5 días	mar 2/1/24	lun 8/1/24
29	1.2.2.2.9 Conclusiones y recomendaciones	5 días	mar 9/1/24	lun 15/1/24
30	1.2.2.2.10 Compilación y revisión trabajo completo	2 días	mar 16/1/24	mié 17/1/24
31	1.2.2.3 Aprobación de PFG	0 días	mié 17/1/24	mié 17/1/24
32	1.3 Lectores	17 días	jue 18/1/24	vie 9/2/24
33	1.3.1 Solicitud de asignación	6 días	jue 18/1/24	jue 25/1/24
34	1.3.1.1 Asignación	3 días	jue 18/1/24	lun 22/1/24
35	1.3.1.2 Comunicación de asignación	2 días	mar 23/1/24	mié 24/1/24
36	1.3.1.3 Envío de PFG a lectores	1 día	jue 25/1/24	jue 25/1/24







#### **Anexo 4: Investigación bibliográfica preliminar**

Azuero Azuero, Ángel E. (2019). Significatividad del marco metodológico en el desarrollo de proyectos de investigación. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 4(8), 110–127. <https://doi.org/10.35381/r.k.v4i8.274>

Con esta referencia se pretende obtener la información y las bases teóricas para el desarrollo del marco teórico y el marco metodológico necesario para el desarrollo de la Proyecto Final de Graduación.

Carranza, A. (2021, 4 de noviembre). *Desarrollo de nuevos productos: el poder de la planificación para innovar*. Crehana. <https://www.crehana.com/blog/negocios/desarrollo-de-nuevos-productos/>

El autor expone sobre los tipos de desarrollo que puede haber y las estrategias con las que se podrían abordar. Al trabajo centrarse en un sistema constructivo no tradicional, se debe analizar las herramientas y los servicios a brindar para así poder satisfacer las necesidades de los distintos interesados del proyecto.

Conislla, J.J y Hermoza,W.M. (2022) *Aplicación de Sistema Constructivo Emmedue para módulos de vivienda en la zona costera de Lima*. [tesis de Ingeniería Civil, Universidad Peruana de ciencias aplicadas]. Repositorio Académico UPC. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/659131>

Esta tesis realiza un análisis comparativo de costos y tiempos de ejecución entre el sistema tipo emparedado con malla tridimensional con relleno de poliestireno y un sistema tradicional de mampostería confinada, lo cual brindará factores relevantes para un posible de análisis de costos.

Coolman, A. (2018, 6 de marzo). *10 buenas prácticas para la gestión de proyectos (infografía)*.

Wrike. <https://www.wrike.com/es/blog/10-buenas-practicas-para-la-gestion-de-proyectos-infografia/>

La referencia propone 10 buenas prácticas, básicas y sencillos que debe seguir un proyecto, desde la concepción de la idea hasta el cierre del proyecto, por lo que algunas de estas propuestas se podrían incluir y aportar valor dentro de la metodología a proponer.

Emmedue (2015) *Manual de cálculo estructural Emmedue (2 ed.)*.

Este manual incorpora parámetros de diseño estructural que son base para el entendimiento del comportamiento de las estructuras construidas con este tipo de sistemas. Además, brinda fórmulas de cálculo según el ACI-318.

Emmedue (s.f.). Un sistema innovador y único en el mundo. Emmedue.

<https://www.mdue.it/sistema-costruttivo/>

El sistema constructivo Emmedue es uno del tipo emparedado del que se desarrollará la metodología en este PFG. En el link anterior se encuentra información sobre ensayos, ventajas y proyectos que se han realizado a nivel mundial, incluido Costa Rica, que servirán de base para el trabajo.

Emmedue (s.f.). *Las Ventajas*. Emmedue. <https://www.mdue.it/es/ventajas.php>

Este link expone las ventajas que presenta el uso de los sistemas constructivos tipo emparedado con mallas tridimensional con relleno de poliestireno y como inciden en el proyecto que lo incorpora.

Emmedue (2008) *Sistema constructivo Emmedue Manual operativo* (6 ed.).

Este manual de la casa fabricante Emmedue, si bien no cumple el requisito de publicación menor a siete años es base para la descripción y entendimiento del sistema constructivo tipo emparedado. En él se detallan los componentes del sistema, tipos de paneles que lo componen, ventajas, así como el procedimiento constructivo que será descrito en este documento.

Harvard Business Review Press (2022) *Cómo ser más productivo* (3 ed.) Editorial Reverté, S.A.

Este libro expone prácticas que promueven la identificación y la planificación de requisitos y tareas a ejecutar con el fin de generar mejores resultados de forma más eficiente, por lo que se pueden extraer aportes que enriquezcan la metodología a desarrollar.

Jiménez, D. (2016) *Diseño de una metodología de gestión de proyectos para la construcción de infraestructura residencial* [tesis de maestría, Universidad para la Cooperación Internacional]. Centro de documentación.

<https://biblioteca.uci.ac.cr/Tesis/PFGMAP1534.pdf>

Esta tesis servirá de referencia para el desarrollo de la metodología para la construcción de proyectos y podría presentar herramientas aplicables al uso del sistema tipo emparedado que puedan ser incorporados al PFG a desarrollarse.

Meléndez, J. R., y El Salous, A.(2021). Factores críticos de éxito y su impacto en la Gestión de Proyectos empresariales: Una revisión integral. *Revista de Ciencias Sociales*, 27(4), 228-242. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8229889>

El documento expone los factores principales que inciden en el desempeño de proyectos dentro de organizaciones. Además, propone una revisión de literatura con nivel descriptivo y

agrupa los resultados en factores clave involucrados en la gestión exitosa de proyectos, como el tiempo, los costos, la calidad y la capacidad de gestión, los cuales deben ser incluidos en la revisión y gestión de todo proyecto.

LanammeUCR (2016) *Informe de Ensayo: Methods for Fire Tests of Building Construction and materials* (Informe n° ST-1011-16)

El informe reúne los resultados obtenidos de las pruebas de compresión, flexión y flexopresión que se ejecutaron en el Lanamme al sistema MKS de Sur.

LanammeUCR (2022) Estimación de rendimientos de mano de obra y material en la aplicación de morteros de repello industrializado en proyectos de vivienda. *Revista Métodos & Materiales*, (12).

<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/materiales/article/download/47921/51979?inline=1>

Estudios comparativos sobre el rendimiento y costos del uso de morteros de aplicación manual y morteros de proyección industrializados como los que se utilizan para el repello de los paneles del sistema tipo empardado con malla tridimensional con relleno de poliestireno.

QAI. (2017) *Test Report: Methods for Fire Tests of Building Construction and materials* (Informe n°T1135-1ª)

El informe reúne las principales características que deben tener el sistema para que cumpla como una barrera cortafuego de 90 minutos o superior, así como las propiedades típicas de los materiales.

Raeburn, A. (2022). *El proceso de desarrollo de productos en 6 etapas*. Asana.

<https://asana.com/es/resources/product-development-process>

Este artículo propone seis distintas etapas que se deben considerar en el desarrollo de productos, desde la concepción de la idea hasta su comercialización, lo que puede extrapolarse para el desarrollo de la metodología que se desea desarrollar para un sistema constructivo innovador.

Solís, A. (2017) *Informes de pruebas de resistencia al fuego al sistema MKS-SUR (CBCR-026161-2017-UPII-00990)*.

Respuesta del Benemérito Cuerpo de Bomberos ante el suministro de resultados de las pruebas de resistencia como barrera corta fuego del sistema de hasta 120 minutos.

Palacios Orozco, A. F., Torres Martinez, G. J. Torres Villavicencio, D. L. (2006) *Ayudas de diseño para sistemas portantes Emmedue de paneles de hormigón armado con núcleo de E.P.S. (sistema de poliestireno expandido)* [tesis de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería]. Centro de documentación.

<https://core.ac.uk/download/pdf/250142837.pdf>

Esta tesis, si bien no cumple el requisito de publicación menor a siete años es de la poca información de diseño estructural con el sistema constructivo. En ella detalla factores relevantes para el modelado y diseño de estructuras con este tipo de sistemas.

Ulloa Meneses, P. L. (2020) *Plan de mejora para la metodología de gestión de proyectos de investigación en la dirección de proyectos del Instituto Tecnológico de Costa Rica* [tesis de maestría, Universidad para la Cooperación Internacional]. Centro de documentación.

<https://www.ucipfg.com/biblioteca/files/original/6ab0b4d0e50049a2a78b60e2082c8235.pdf>

Esta tesis desarrollada en el 2020 propone mejoras a la metodología que utiliza el Instituto Tecnológico de Costa Rica para la gestión de proyectos que ahí se ejecutan. Dichas mejoras servirán de referencia para garantizar la viabilidad de la nueva metodología. Adicionalmente brindará un marco conceptual de referencia para el trabajo a desarrollar.