

**Diseño de un plan de proyecto para la optimización de la gestión de obras civiles en  
MICOL S.A. mediante el PMBOK 6ª Edición**

**Juan Pablo González Guerrero**

**Trabajo de grado para optar el título de Magíster en Dirección y Gestión de Proyectos**

**Director**

**Eduin Fernando Valdés Alvarado**

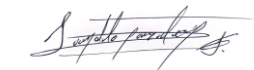
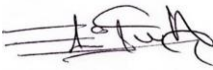
**Magister en Gestión de Proyectos**

**Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**

**Facultad de Ingeniería de Telecomunicaciones**

**Maestría en Dirección y Gestión de Proyecto**

**2026**

| ELABORADO POR:  | REVISADO POR:  | V° B° POR:  |
|---|--|---|
| <br><hr/> <p style="text-align: center;">Autor<br/><i>Juan Pablo González Guerrero</i></p> | <br><hr/> <p style="text-align: center;">Director<br/><i>Eduin Fernando Valdés Alvarado</i></p> | <p style="text-align: center;">Comité de Trabajo<br/>de Grado</p> |

### **Dedicatoria**

Este trabajo es el fruto de años de esfuerzo, disciplina y constancia, y quiero dedicarlo con profunda gratitud a quienes han sido la luz y el soporte en este camino.

Especialmente a mis padres, Emigdio González y María Graciela Guerrero, mis pilares inquebrantables. Gracias por su amor infinito, por sus sacrificios silenciosos y por inculcarme los valores que hoy me definen como profesional y ser humano. Este logro es, ante todo, un homenaje a ustedes.

A mis hermanos y al resto de mi familia, gracias por su apoyo constante, por celebrar conmigo las buenas noticias y por darme ánimo cuando las cosas se ponían difíciles. Saber que cuento con ustedes es mi mayor fortaleza.

Un agradecimiento especial a los líderes de MICOL S.A., el ingeniero Alfredo Sánchez y el ingeniero Manuel Orejuela. Gracias por confiar en mi gestión y permitirme crecer dentro de la empresa. Valoro mucho el espacio que me han dado para aplicar lo aprendido y buscar siempre la mejora en nuestra operación.

A mi director de trabajo de grado, Eduin Fernando Valdés, por su acompañamiento durante este proceso. Su rigurosidad y sus consejos fueron claves para darle forma a esta investigación y poder terminarla con éxito.

A mis mascotas, que me acompañaron en las noches largas de estudio. Su compañía hizo que la carga fuera mucho más ligera. Finalmente, agradezco a la vida por las oportunidades que me ha presentado, de igual manera me dedico esto a mí mismo, por haberme propuesto esta meta ambiciosa y haber tenido la determinación de cumplirla hasta el final.

## Contenido

|   |    |
|---|----|
| Introducción .....  | 16 |
| 1. Aspectos contextuales.....   | 19 |
| 1.1 Planteamiento del problema/caso de negocio .....  | 21 |
| 1.2 Objetivos .....   | 21 |
| 1.2.1 Objetivo general .....  | 21 |
| 1.2.2 Objetivos específicos .....   | 21 |
| 1.3 Descripción institucional MONTAJES DE INGENIERIA DE COLOMBIA S.A.....                                 | 22 |
| 1.3.1 Descripción general de la organización.....   | 22 |
| 1.3.2 Marco histórico.....  | 22 |
| 1.3.3 Misión y visión.....  | 22 |
| 1.3.4 Estructura organizativa.....  | 23 |
| 1.3.5 Principales productos o servicios .....   | 23 |
| 1.3.6 Ubicación geográfica y alcance.....   | 24 |
| 2. Marco teórico .....  | 25 |
| 2.1 Gestión de proyectos en el contexto de obras civiles: desafíos y especificidades .....                | 26 |
| 2.1.1 Características distintivas de los proyectos de obras civiles .....                                 | 27 |
| 2.1.2 Desafíos recurrentes en la gestión de obras civiles .....   | 28 |
| 2.1.3 Particularidades en el sector eléctrico y mantenimiento de alumbrado público.....                   | 28 |
| 2.2 El PMBOK (Project Management Body of Knowledge) 6ª edición como estándar de gestión de proyectos..... | 29 |
| 2.2.1 Estructura y filosofía del PMBOK 6ª edición .....   | 30 |

|  |    |
|--|----|
| 2.2.2 Áreas de conocimiento fundamentales para la optimización en MICOL S.A.....                       | 30 |
| 2.3 Optimización de procesos y el rol estratégico del análisis de datos.....                           | 32 |
| 2.3.1 Enfoques para la optimización de procesos.....   | 33 |
| 2.4 Impacto de la eficiencia operativa en la facturación y satisfacción del cliente.....               | 34 |
| 2.5 Marco conceptual .....   | 35 |
| 2.6 Marco legal.....   | 37 |
| 2.7 Estado del arte .....  | 38 |
| 2.7.1 Referentes Teóricos: fundamentación estratégica, análisis de negocio y gestión de proyectos..... | 38 |
| 2.7.2 Modelos de análisis de negocio y optimización operacional .....                                  | 39 |
| 2.7.3 Lineamientos de la gestión de proyectos (PMBOK 6ª Edición) .....                                 | 40 |
| 2.7.4 Antecedentes: investigaciones y experiencias del sector .....                                    | 41 |
| 2.7.5 Síntesis y fundamentación teórica de la propuesta DPPOGOC .....                                  | 42 |
| 3. Metodología .....   | 43 |
| 3.1 Fase 1: Diagnóstico de la situación actual (AS-IS).....  | 44 |
| 3.1.1 Técnicas cualitativas: identificación de causas raíz .....                                       | 44 |
| 3.1.2 Técnicas cuantitativas: medición del desempeño histórico.....                                    | 44 |
| 3.2. Fase 2: diseño de la propuesta (TO-BE) .....  | 45 |
| 3.3. Fase 3: Validación de la propuesta.....   | 46 |
| 4. Resultados .....  | 47 |
| 4.1 Resultados obtenidos a partir del diagnóstico (OE1).....   | 47 |
| 4.1.1 Análisis cuantitativo de desviación histórica (RD-001).....                                      | 48 |
| 4.1.2 Identificación cualitativa de causas raíz (GE-001 y OD-001).....                                 | 50 |

|  |    |
|--|----|
| 4.2 Resultados obtenidos del diseño de procesos (OE2).....                       | 51 |
| 4.2.1. Definición de indicadores para la toma de decisiones.....                 | 52 |
| 4.2.2 Modelo de dashboard de visualización propuesto .....                       | 52 |
| 4.3 Resultados obtenidos de la estructuración del plan (OE3).....                | 55 |
| 4.3.1 Estructuración y alcance del DPPOGOC .....                                 | 55 |
| 4.3.2. Viabilidad económica proyectada .....                                     | 60 |
| 5. Conclusiones .....  | 62 |
| 5.1. Conclusiones basadas en el diagnóstico.....                                 | 62 |
| 5.1.2 Identificación de las dos causas raíz.....                                 | 63 |
| 5.1.3 Justificación del marco PMBOK:.....  | 63 |
| 5.2 Conclusiones basadas en el diseño de la solución.....                        | 63 |
| 5.2.1 Coherencia metodológica: .....   | 63 |
| 5.2.2 Viabilidad comprobada .....  | 64 |
| 5.3 Análisis crítico y contraste de hallazgos .....                              | 64 |
| 5.4 Conclusión final .....   | 65 |
| 6. Recomendaciones .....   | 66 |
| 6.1 Ejecutar proyecto piloto (recomendación estratégica):.....                   | 66 |
| 6.2 Automatización de los triggers (recomendación operativa y tecnológica) ..... | 66 |
| 6.3 Capacitación y cambio cultural (recomendación humana): .....                 | 66 |
| 6.4 Comité de control y seguimiento (recomendación de gobierno) .....            | 67 |
| 6.5 Ciclo de mejora continua (recomendación de sostenibilidad) .....             | 67 |
| Referencias.....   | 68 |
| Apéndices.....   | 73 |



### Lista de tablas

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1.</b> <i>Resumen desglose de Proyectos en MICOL S.A. (Valores en COP)</i> .....                                     | 49 |
| <b>Tabla 2.</b> <i>Resumen Cuantitativo del Desempeño Histórico (AS-IS) de Proyectos en MICOL S.A. (Valores en COP)</i> ..... | 49 |
| <b>Tabla 3.</b> <i>Frecuencia de Obstáculos Clave Reportados por el Personal de MICOL S.A</i> .....                           | 50 |
| <b>Tabla 4.</b> <i>Indicadores Clave del Sistema de Monitoreo del DPPOGOC</i> .....   | 52 |
| <b>Tabla 5.</b> <i>Indicadores Clave del modelo de Dashboard del DPPOGOC</i> .....  | 53 |
| <b>Tabla 6.</b> <i>Ejemplo de adquisiciones DPPOGOC</i> .....   | 55 |
| <b>Tabla 7.</b> <i>Ejemplo de comunicaciones DPPOGOC</i> .....  | 57 |
| <b>Tabla 8.</b> <i>Ejemplo de alcance DPPOGOC</i> .....   | 59 |
| <b>Tabla 9.</b> <i>Proyección de desempeño (TO-BE) y Viabilidad económica del DPPOGO</i> .....                                | 61 |

### Lista de figuras

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1.</b> <i>Desperdicios Críticos en el Proceso de Obras (OD-001)</i> .....                 | 51 |
| <b>Figura 2.</b> <i>Modelo de Dashboard Propuesto para la Gerencia de MICOL S.A.</i> .....          | 54 |
| <b>Figura 3.</b> <i>Tabla de la Matriz de Adquisiciones por Paquete de Trabajo (WBS) de DPPOGOC</i> | 56 |
| <b>Figura 4.</b> <i>Flujograma de aprobación de replanteos del DPPOGOC</i> .....                    | 58 |
| <b>Figura 5.</b> <i>Gestión del Alcance (Base para el PV y EV)(EDT/WBS) para el DPPOGOC</i> .....   | 60 |

## Resumen

En MICOL S.A., la gestión de obras civiles en el sector eléctrico afronta retos de eficiencia operativa y control de datos que complican la facturación y el cumplimiento de cronogramas. La falta de automatización y las deficiencias en el análisis de información generan retrasos en materiales, procesos de replanificación lentos y sobrecostos logísticos, afectando la competitividad y la percepción del cliente. El objetivo de este trabajo es trazar un plan de proyecto para optimizar la operación, fundamentado en las mejores prácticas de la guía PMBOK 6ª edición. Bajo un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), la metodología incluye entrevistas a personal operativo, revisión documental y análisis de datos internos para diagnosticar ineficiencias críticas: la desconexión logística de materiales, la gestión deficiente de la replanificación y la ausencia de información en tiempo real. La propuesta técnica integra un sistema compacto de monitoreo y control junto con la identificación de puntos de riesgo. Se espera que esta implementación reduzca costos operativos y tiempos improductivos, mejorando la adherencia al cronograma y la predictibilidad. En última pretensión, este fortalecimiento operativo consolidará la probidad del cliente y posicionará a MICOL S.A. como un referente de gestión confiable y eficiente en la industria eléctrica colombiana.

*Palabras Clave:* Gestión de proyectos, PMBOK, Obras civiles, Optimización operativa, Análisis de datos

### **Abstract**

At MICOL S.A., the management of civil works in the electrical sector faces operational efficiency and data control challenges that complicate billing and schedule adherence. The lack of automation and deficiencies in information analysis lead to material delays, slow replanning processes, and logistical cost overruns, impacting competitiveness and customer perception. The objective of this work is to develop a project plan to optimize operations, based on best practices from the PMBOK Guide, 6th edition. Using a mixed-methods approach (qualitative and quantitative), the methodology includes interviews with operational personnel, document review, and internal data analysis to diagnose critical inefficiencies: logistical disconnections in material supply, poor replanning management, and the lack of real-time information. The technical proposal integrates a compact monitoring and control system along with the identification of risk points. This implementation is expected to reduce operating costs and unproductive time, improving schedule adherence and predictability. Ultimately, this operational strengthening will consolidate the client's integrity and position MICOL S.A. as a benchmark of reliable and efficient management in the Colombian electricity industry.

*Keywords:* Project management, PMBOK, Civil works, Operational optimization, Data analysis

## Glosario

*Agilidad en la programación:* la capacidad de ajustar y optimizar rápidamente el cronograma del proyecto en respuesta a cambios o eventos imprevistos, minimizando retrasos y tiempos de ejecución.

*Análisis de datos:* el acto de analizar, limpiar, transformar y modelar datos para obtener información útil. Es importante encontrar los patrones en los retrasos y medir las ineficiencias.

*Áreas de conocimiento (PMBOK):* un conjunto de diez áreas temáticas principales que definen el conocimiento y las prácticas de la gestión de proyectos (Integración, Alcance, Cronograma, Costos, Calidad, Recursos, Comunicaciones, Riesgos, Adquisiciones y Partes interesadas).

*Inteligencia de negocios (BI):* tecnologías y estrategias utilizadas para el análisis de datos empresariales. Permite configurar paneles de control que muestran el progreso y el rendimiento. Facilita la gestión proactiva.

*Cadena de suministro:* red de entidades involucradas en la entrega de un producto o servicio desde el proveedor inicial hasta el cliente final. La ventaja competitiva de Micol s.a. reside en la optimización de sus actividades operacionales. Según (Porter, 1985). La cadena de valor permite identificar aquellas tareas donde la empresa puede generar una diferenciación por costos o por calidad.

*Calidad del proyecto:* área de conocimiento que gestiona el proyecto según lo definido en PMBOK, garantizando que el proyecto y sus entregables cumplan con los requisitos y la calidad especificados.

*Comunicaciones del proyecto:* área de conocimiento de PMBOK responsable de la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión,

control, monitoreo y disposición final de la información del proyecto de manera oportuna y correcta. Es clave para la coordinación del equipo.

*Cronograma del proyecto:* área de conocimiento de PMBOK que incluye los procesos involucrados en la finalización oportuna del proyecto.

*Retrasos en la programación:* cambios o aplazamientos en el cronograma planificado de un proyecto o actividad.

*Eficiencia operativa:* la capacidad de una empresa para entregar resultados utilizando los recursos de la manera más efectiva para minimizar el desperdicio y maximizar la producción a través de la producción de bienes o servicios.

*Facturación oportuna:* creación y envío de facturas en el momento adecuado, generalmente cuando una organización está cerca de finalizar un proyecto o contrato en curso.

*ForMas+:* el nombre de la operación comercial existente de MICOL S.A.

*Gestión de proyectos:* conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas transferidas a las actividades del proyecto con el propósito de cumplir con los requisitos del proyecto.

*Grupos de procesos (PMBOK):* una secuencia de actividades de gestión de proyectos que no son mutuamente excluyentes, sino que se entrelazan a medida que el proyecto se desarrolla (Inicio, Planificación, Ejecución, Monitoreo y Control, y Cierre).

*Construcción Lean:* un método de sistema derivado del sistema de producción lea; se centra en lograr el valor del cliente con la menor cantidad de desperdicio posible dentro del proyecto de construcción.

*MICOL S.A. (Montajes de Ingeniería de Colombia S.A.):* empresa colombiana de derecho privado principalmente para el sector eléctrico y obras civiles, que tiene una gran presencia en el campo de la construcción, ingeniería y servicios de mantenimiento.

*Monitoreo y Control (Grupo de Procesos PMBOK):* el grupo de procesos para monitorear las mejoras de eficiencia de todo el proyecto para mantener los parámetros del proyecto y llevar a cabo el monitoreo, análisis y gestión del rendimiento a nivel de proyecto, determinando variaciones y gestión de cambios, y tomando acciones correctivas.

*Obras civiles:* ingeniería que involucra el diseño y construcción de edificios, carreteras, alcantarillado, drenaje, acueductos y otra infraestructura, la construcción o alcantarillado, estructuras aplicables al sistema eléctrico (por ejemplo, en el caso de MICOL S.A., también al sector eléctrico) y es la rama de las obras civiles.

*Optimización de procesos:* una disciplina que tiene como objetivo la mejora continua de la eficiencia operativa y la efectividad de las actividades en las que se preocupa al descubrir y eliminar el desperdicio y estandarizar y automatizar procesos.

*PMBOK (Project Management Body of Knowledge):* un recurso sobre los fundamentos de la gestión de proyectos por el Instituto de Gestión de Proyectos (PMI), que tiene como objetivo proporcionar una lista general de estándares, mejores prácticas y directrices para la gestión de proyectos.

*Plan del proyecto:* plan detallado que explica todo el proyecto; cómo se implementará, cómo se gestionará y cómo se terminará. Viene con subplanes para cada una de las áreas de conocimiento.

*Recursos del proyecto (Gestión):* área de conocimiento de PMBOK, que cubre la identificación, adquisición y administración de los recursos necesarios para que el proyecto sea un éxito completo, que comprenden personas, recursos físicos (materiales, equipos).

*Replanificación:* acciones a tomar cuando la planificación o implementación de un trabajo se modifica por condiciones imprevistas, cambios de diseño o cambios en el método de trabajo previsto.

*Riesgos del proyecto (Gestión):* área de conocimiento de PMBOK que cubre los procesos relacionados con todos los aspectos de la gestión de riesgos: planificación, identificación, análisis, planificación de respuestas, implementación y monitoreo. Es lo que contribuye a la 'proactividad' de las obras civiles.

*Gestión del Valor Ganado (EVM):* una medida de gestión de proyectos en la que se combinan mediciones de alcance, tiempo y costo para el monitoreo objetivo del progreso de un proyecto.

## Introducción

El sector de la ingeniería y la construcción, particularmente las obras civiles, tiene una naturaleza dinámica y compleja, lo que exige una gestión muy eficiente para garantizar el éxito y la sostenibilidad de los proyectos. La optimización de los procesos operativos y administrativos ha surgido como uno de los componentes más críticos de la competitividad de las organizaciones en este contexto. Un ejemplo de este precepto se manifiesta aquí en la empresa MICOL S.A. (Montajes de Ingeniería de Colombia S.A.), una entidad corporativa con considerable experiencia en obras civiles y el sector eléctrico. Actualmente, dicha tecnología ha servido para la planificación y construcción, pero a través de una amplia experiencia, aún existe una gran brecha para optimizar los procesos y subprocesos que apoyan la toma de decisiones y la facturación para la construcción civil. En la actualidad, el débil dinamismo y la organización del análisis de datos impiden la automatización de tareas y el control adecuado de los retrasos en la programación. Esto se traduce directamente en retrasos de materiales, replanificación y visitas al sitio con un impacto adverso en los tiempos de ejecución anticipados y, a través de esto, en la eficiencia percibida por los clientes. Además, la gestión de la información y el cierre de obras a través del programa empresarial existente (ForMas+) crean dificultades para obtener registros actualizados y garantizar su adecuado servicio al cliente final, lo que resulta en una agilidad limitada en la preparación de facturas lo cual impacta en la facturación de materiales.

En este contexto, la pregunta de investigación que se estableció en este estudio fue: ¿Cómo optimizamos la eficiencia, la agilidad en la programación y la facturación oportuna de las obras civiles en MICOL S.A. a través de un plan de proyecto basado en la 6ª edición del PMBOK?.

El objetivo esencial de este trabajo fue el diseño de un plan de proyecto para mejorar la gestión de procesos en el área de obras civiles de MICOL S.A. En este contexto, se implementó un enfoque sistemático basado en el análisis de datos y las directrices de la Guía PMBOK 6ª edición en busca de eficiencia operativa. Se abordaron los desafíos operativos y administrativos que resultaron en ineficiencia y retrasos que afectaban las obras que se llevaban a cabo en obras civiles, con miras a crear un marco que permitiera agilidad, productividad y facturación oportuna de esta empresa. En particular, se nos pidió diagnosticar las principales ineficiencias utilizando análisis de datos exploratorios, entrevistas y documentos; desarrollar un sistema de control y monitoreo en tiempo real para la programación; y estructurar el plan de proyecto en torno a las mejores prácticas utilizadas en la 6ª edición del PMBOK. Esta investigación se justifica por el considerable impacto que su viabilidad creará para MICOL S.A. y el área de obras civiles. La optimización de los tiempos de ejecución reducirá los costos operativos debido al tiempo de inactividad mínimo, mejor gestión de recursos, menor probabilidad de penalizaciones por retraso, y más rentable y capaz de completar múltiples proyectos en un período de tiempo determinado. Los procesos basados en datos permitirán decisiones más informadas y flexibles, mejorando la planificación, el control de la ejecución y la optimización entre los diversos subprocesos. Los colaboradores allí tendrán flujos de trabajo más claros y organizados, minimizando la imprevisibilidad y el alto estrés. Desde una perspectiva externa, el cliente final percibirá más transparencia y eficiencia, lo que a su vez conducirá a más satisfacción y lealtad hacia la empresa, mejorando así la credibilidad de la MICOL S.A en un mundo competitivo donde el tiempo es clave para la finalización de los proyectos. Desde una perspectiva social, la gestión exitosa del mantenimiento del alumbrado público en Bogotá, donde MICOL S.A. realiza un contrato MAP para ENEL Codensa, genera más disponibilidad del

sistema de iluminación, menos tiempo de inactividad debido a fallas y una adecuada asignación de recursos que conduce a una ciudad más segura y bien iluminada en general.

## 1. Aspectos contextuales

Este proyecto afectará directamente al sector eléctrico colombiano, centrándose en el segmento de mantenimiento de infraestructura de alumbrado público, esto requiere una respuesta rápida y eficiente a las fallas, la gestión de un gran volumen de activos distribuidos geográficamente y la coordinación con las autoridades locales. La eficiencia en la gestión de recursos, la optimización de los tiempos de respuesta y asegurar la operación continua del sistema son aspectos fundamentales para las empresas que trabajan en este nicho. MONTAJES DE INGENIERÍA DE COLOMBIA S.A., con sede en Cali, opera el contrato MAP (Mantenimiento de Alumbrado Público) en Bogotá para ENEL Codensa. Esto significa que la empresa es un actor relevante en el mantenimiento de la infraestructura de alumbrado público en una de las ciudades más grandes de América Latina. Su objeto social incluye la ejecución de proyectos de ingeniería, construcción y mantenimiento, con una especialización demostrada en el sector energético y, particularmente, en el alumbrado público. El tamaño del contrato en Bogotá también puede indicar que MICOL S.A. es una empresa de tamaño mediano a grande, capaz de gestionar los aspectos técnicos y operativos de proyectos de ingeniería y administración de proyectos eléctricos y civiles para entidades públicas y privadas. La gestión optimizada de las obras civiles está directamente relacionada con la necesidad de mejorar la eficiencia y efectividad en el mantenimiento del alumbrado público en Bogotá. El proyecto tiene como objetivo mejorar la capacidad de MICOL S.A. para cumplir con los términos del contrato MAP con ENEL X, enfatizando la reducción de retrasos en la programación de intervenciones (tanto preventivas como correctivas), optimizando la logística de materiales y personal, y agilizando la comunicación para la resolución de incidentes. Una gestión más efectiva también hace que el sistema de alumbrado público esté más disponible, esto reduce el tiempo de inactividad por fallas y asigna recursos de manera más efectiva. MICOL

S.A. no solo se beneficia en términos de cumplimiento contractual y optimización de costos, sino que tales medidas influyen directamente en la percepción de calidad del servicio por parte de los ciudadanos de Bogotá D.C., contribuyendo a una ciudad más segura y mejor iluminada. El objetivo de esta optimización es habilitar mejor a MICOL S.A. como un proveedor confiable y eficiente en el área constructiva del mantenimiento de alumbrado público. La implementación de este plan de gestión no busca ser una solución estática, sino una transformación con efectos en distintos niveles temporales, el impacto se proyecta de la siguiente manera:

En el corto plazo, la prioridad es la estabilización del flujo logístico. Al aplicar la EDT (WBS) diseñada, se espera una reducción inmediata en la incertidumbre del operario al inicio de cada jornada, eliminando los retrasos por falta de kits de materiales o herramientas específicas.

A mediano plazo, el foco se traslada a la salud financiera del contrato, donde la meta es llevar la variación de costos a un margen de eficiencia mediante el control del valor ganado, permitiendo que la dirección tome decisiones basadas en datos reales y no en suposiciones.

Finalmente, a largo plazo, el impacto es estratégico; MICOL S.A. consolidará un "know-how" propio basado en estándares internacionales, lo que facilita la escalabilidad del modelo hacia nuevos frentes de obra a nivel nacional.

Más allá de los indicadores de tiempo y costo (SV/CV), el éxito de este diseño se mide en su impacto relacional y sistémico. Un beneficio crítico, y muchas veces invisible, es la mejora en las condiciones de seguridad y salud en el trabajo (SST). Al reducir la improvisación en las cuadrillas, se disminuyen los riesgos críticos asociados al afán por cumplimiento de metas mal planeadas, protegiendo la integridad física del personal. Por otra parte, el efecto sistémico sobre el servicio de alumbrado público es directo: un proceso de obra civil optimizado garantiza una infraestructura urbana más robusta, lo que se traduce en mayor seguridad para los ciudadanos y

una relación de confianza sólida con el ente contratante, evitando sanciones y fortaleciendo la imagen institucional de la compañía

## **1.1 Planteamiento del problema/caso de negocio**

¿Cómo optimizar la eficiencia, agilidad en la programación y facturación oportuna de las obras civiles en MICOL S.A. utilizando el plan de proyecto según la 6ª edición del PMBOK?

## **1.2 Objetivos**

### ***1.2.1 Objetivo general***

Diseñar un plan de proyecto para la optimización de la gestión del proceso de obras civiles en MICOL S.A., aplicando análisis de datos y mejores prácticas del PMBOK 6ª edición con miras a la mejora y eficiencia operativa.

### ***1.2.2 Objetivos específicos***

Diagnosticar los puntos críticos de ineficiencia en los procesos actuales de gestión de obras civiles, mediante el análisis de datos exploratorios, entrevistas y la documentación implementando las mejoras que optimicen la gestión.

Formular un sistema de control y seguimiento en tiempo real de la programación de las obras civiles, integrando herramientas de gestión colaborativas y visualización de datos de diversas fuentes, optimizando la planificación y mejorando la eficiencia operativa.

Estructurar el plan de proyecto para la optimización de la gestión de obras civiles en MICOL S.A., aplicando las buenas prácticas de la Guía PMBOK 6ª edición, impulsando la eficiencia, agilidad y facturación oportuna.

### **1.3 Descripción institucional MONTAJES DE INGENIERIA DE COLOMBIA S.A**

#### ***1.3.1 Descripción general de la organización***

En esta sección, el objetivo es enseñar la empresa MICOL S.A. (Montajes de Ingeniería de Colombia S.A), la organización para la cual se desarrolló el proyecto de optimización. Describiremos su progreso, propuestas de valor, marco operativo, servicios principales, cartera geográfica y otros elementos esenciales para obtener una visión más amplia del panorama y los desafíos planteados a través de la investigación. La administración estratégica en Micol S.A se define como el proceso de formular e implementar decisiones que permiten a las cuadrillas operativas alinearse con los objetivos de largo plazo de la organización, asegurando así una ejecución eficiente en cada obra (David,2013).

#### ***1.3.2 Marco histórico***

MONTAJES DE INGENIERÍA DE COLOMBIA – MICOL S.A. es una empresa de derecho privado, legalmente constituida en Colombia, fundada en la ciudad de Cali en 1992, destinada a satisfacer la demanda del mercado mediante la prestación de servicios de ingeniería y gestión de proyectos para intervenciones eléctricos y civiles a entidades públicas y privadas. MICOL S.A. es una empresa de ingeniería que se enfoca en servicios especializados en el desarrollo de proyectos de infraestructura en el sector eléctrico y obras civiles. (MICOL,2025).

#### ***1.3.3 Misión y visión***

La estrategia y filosofía operativa de MICOL S.A. se rigen por su misión y visión corporativas:

La misión es "Satisfacer las necesidades de los clientes, trabajando permanentemente en la mejora de la calidad de los servicios, ofreciendo la participación de personal idóneo y generando rentabilidad para sus accionistas"(MICOL,2025).

La visión es "Ser en el año 2030, la empresa líder del sector de servicios de ingeniería, por la excelencia de sus productos, su dinamismo empresarial y profesionalismo en todas sus actuaciones"(MICOL,2025).

#### ***1.3.4 Estructura organizativa***

El funcionamiento de MICOL S.A. se apoya en una estructura que integra personal administrativo y operativo altamente calificado. La empresa se destaca por contar con ingenieros especializados y personal competente en seguridad industrial, con certificaciones relevantes (como SENA para trabajo en alturas y líneas energizadas). De igual manera es una organización funcional con equipos dedicados a diferentes líneas de servicio, su enfoque en la capacitación constante del personal administrativo y operativo indica una estructura orientada hacia la calidad y el avance tecnológico.

#### ***1.3.5 Principales productos o servicios***

MICOL S.A. ofrece un conjunto diversificado y diverso de servicios de ingeniería en varios subcomponentes, mostrando su cobertura y capacidades técnicas:

*Servicios especiales para empresas de servicios públicos:* consultoría y pruebas (calidad de energía, uso eficiente de la energía, coordinación de protecciones, flujos de carga, estabilidad transitoria, arco eléctrico), control y reducción de pérdidas, facturación, limpieza y recuperación de cartera, mantenimiento de redes eléctricas, poda, atención de daños.

*Obras eléctricas, montajes, instalaciones y mantenimiento:* incluye la construcción y mantenimiento de redes eléctricas de alta, media y baja tensión, líneas de transmisión, así como la construcción, remodelación y mantenimiento de redes existentes.

*Servicios especializados:* instalación fotovoltaica, RFID, pruebas de campo en subestaciones eléctricas, alumbrado público (diseños, construcciones, ampliaciones, mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, reemplazo, modernización, operación y gestión) y sistemas integrales de protección contra rayos.

*Diseño y consultorías:* sistemas de potencia (subestaciones, líneas, redes), diseño eléctrico (alta, media y baja tensión), diseño de alumbrado público, escenarios deportivos y alumbrado navideño.

*Obras civiles:* incluyen todos los edificios y estructuras (estaciones base de comunicación, estructuras metálicas, plantas de tratamiento de agua potable y residual, edificaciones en general), construcción de acueductos, vías y alcantarillado. También proporcionan consultorías y diseños relacionados (presupuestos, cronogramas de obra, diseños arquitectónicos y estructurales de edificaciones, vías y urbanismo, acueductos y alcantarillado).

*Otros servicios:* proporcionan distribución postal, desarrollo de software a medida, sistemas de información geográfica (recolección de datos con tecnología GPS, generación de aplicaciones GIS).

### ***1.3.6 Ubicación geográfica y alcance***

MICOL S.A. tiene una oficina principal ubicada en la ciudad de Cali. También opera una oficina en Bogotá, debido a su presencia en dos de las principales ciudades de Colombia, puede disfrutar de una amplia huella operativa a nivel nacional, lo que le permite desempeñarse en

diferentes regiones del país, particularmente en su división de obras eléctricas y civiles, donde tiene experiencia en consultoría y diseño, además de construcción y mantenimiento.

## **2. Marco teórico**

El estudio actual es una revisión crítica y analítica de un cuerpo especializado de literatura, que pretende ser el marco de análisis que permita la interpretación conceptual para caracterizar la dinámica de la gestión de proyectos en obras civiles, el diagnóstico de deterioro en MICOL S.A., y una base para la aplicabilidad de un plan de proyecto estructurado según la Sexta Edición del PMBOK. Este constructo abarca cada una de las especificidades del sector, modelos de optimización y análisis de datos como herramienta transformadora. La gestión de proyectos es una disciplina integrada que trabaja hacia la ejecución exitosa de proyectos singulares y temporales (Project Management Institute, 2017). El fundamento teórico central de este estudio es la guía del cuerpo de conocimientos de la gestión de proyectos de la guía PMBOK 6ª edición. Este manual describe los procesos, herramientas y técnicas que, utilizados de manera sistemática, permiten la gestión exitosa de las diez áreas de conocimiento: integración, alcance, cronograma, costos, calidad, recursos, comunicaciones, riesgos, adquisiciones y partes interesadas. (Project Management Institute, 2017). El uso del PMBOK para obras civiles proporciona al proyecto un desempeño más efectivo y mejora la comunicación del proyecto y la gestión de las partes interesadas para que se cumplan los objetivos y el resultado sea medible. Como lo demuestran algunas investigaciones analizan el PMBOK para optimizar obras de ingeniería y construcción de desafíos en entornos relevantes. La optimización de procesos es el esfuerzo continuo por maximizar el uso efectivo de los recursos en una organización para esos objetivos organizacionales. Dentro de los contextos de obras civiles, esto incluye optimizar el día a día para

lograr la máxima productividad y rendimiento a través de una gestión efectiva de tareas, asignación de recursos y optimización del flujo de trabajo. Como resultado, se desarrollan conceptos como la construcción lean, o la "construcción sin pérdidas", para eliminar actividades que no agregan valor y optimizar aquellas actividades que resultan en la reducción de materiales, tiempo y esfuerzo (Fundación Laboral de la Construcción,2020; Koskela, 2000). Utilizar un enfoque sistemático aumenta la productividad, reduce costos y tiempo, y aumenta la calidad y seguridad (Fundación Laboral de la Construcción,2020). La gestión de proyectos de construcción se ha convertido en un ecosistema de herramientas de análisis de datos, esta metodología permite descomponer problemas complejos en una estructura jerárquica de criterios y alternativas, asegurando que la elección de proveedores o la priorización de frentes de obra se base en comparaciones matemáticas y no en juicios subjetivos (Saaty, 2008). Permite la manipulación de masas de datos en indicadores coherentes y accionables necesarios para el seguimiento del progreso en tiempo real, el reconocimiento y mitigación de riesgos, la gestión de recursos, la mejora de las comunicaciones y el seguimiento Tal capacidad de gestionar proyectos según datos en tiempo real mejora los procesos de toma de decisiones precisos y acelerados, predice cuellos de botella y permite ajustes tácticos de recursos. Se utilizan modelos de simulación y series temporales para prever el rendimiento y evaluar escenarios (García y Valero, 2019).

## **2.1 Gestión de proyectos en el contexto de obras civiles: desafíos y especificidades**

El desafío y característica en la gestión de proyectos durante las obras civiles se caracteriza por el hecho de que hay muchas incertidumbres y variaciones en esta área en particular, se refiere a una dificultad inherente al ser un recurso sofisticado y al riesgo de ser multifactorial. Los proyectos de desarrollo estructural, como los de MICOL S.A. y la industria eléctrica, requieren técnicas de gestión sólidas, pero también una apreciación exhaustiva de sus particularidades.

### ***2.1.1 Características distintivas de los proyectos de obras civiles***

Especializaciones de Proyectos de Obras Civiles Oberlender (2014), enfatiza algunas especificidades de la gestión de proyectos de construcción:

*Intensidad de capital y material:* son costosos y la logística para materiales, equipos pesados y mano de obra especializada es extremadamente compleja.

*Entorno desafiante y en constante cambio:* afectado por el clima, las condiciones geológicas, las regulaciones ambientales y puede llevar a desviaciones muy grandes.

*Ciclo de vida extendido y etapas interrelacionadas:* cada etapa impacta la siguiente generación de actividades: desde el diseño hasta la implementación, el control hasta la inversión.

*Múltiples partes interesadas:* incluye propietarios, contratistas, subcontratistas, reguladores, comunidades locales y consumidores, mientras que frecuentemente tienen intereses en conflicto.

*Unicidad y no repetibilidad:* hay desafíos específicos de ubicación, técnicos y sociales asociados con cada obra, sin importar cuán estandarizada esté.

### ***2.1.2 Desafíos recurrentes en la gestión de obras civiles***

Los proyectos de construcción a pesar de las técnicas emergentes han enfrentado los siguientes desafíos, que incluyen (Rushton, et ál, 2017).

*Variaciones de costo y cronograma:* debido a estimaciones incorrectas y estrategias de cambio deficientes, precios fluctuantes o problemas logísticos (por ejemplo, retrasos en la entrega de materiales, como se ve en MICOL S.A.).

*Gestión ineficaz de la cadena de suministro:* los problemas asociados con los proveedores, como entradas tardías, pueden crear efectos en cascada en la programación y el flujo de caja.

*Problemas de calidad y seguridad:* el resultado de una supervisión deficiente, falta de estandarización o capacitación inadecuada.

*Comunicación fragmentada:* debido a la dispersión geográfica de un gran equipo y numerosos actores, pueden existir silos de información y esto puede impedir la toma de decisiones y la coordinación, lo que puede observarse en el problema de controlar los retrasos en MICOL S.A.

*Gestión de riesgos reactiva:* la falta de anticipación o mitigación proactiva de riesgos (como realizar trabajos imprevistos o tener equipos de difícil acceso), resulta en ajustes costosos y retrasos.

### ***2.1.3 Particularidades en el sector eléctrico y mantenimiento de alumbrado público***

Aplicado a MICOL S.A., las obras civiles se describen como obras que se realizan para un mantenimiento de equipos eléctricos (es decir, alumbrado público). Esto añade más complejidades a las operaciones:

*Servicio crítico y continuidad:* la interrupción de los servicios eléctricos resulta directamente en pérdida de seguridad pública y calidad de vida, requiriendo una gestión ingeniosa y un tiempo de respuesta rápido.

*Activos distribuidos:* gestionar una red de iluminación es una tarea compleja que involucra la posesión física y la provisión de todas las herramientas, equipos y dispositivos necesarios, así como gestionarlos en varias partes del mundo, haciendo que la red sea altamente complicada.

*Regulación y estándares específicos:* la industria eléctrica está regulada con extensos requisitos técnicos y de seguridad.

*Relación con la comunidad y organizaciones locales:* las intervenciones públicas deben hacerse en coordinación con los municipios y mantener las expectativas de los ciudadanos bajo control. En tal entorno, la optimización no es puramente una ventaja estratégica, sino una necesidad para MICOL S.A., ya que afecta significativamente el rendimiento de la empresa, la flexibilidad en la programación y la capacidad de facturación oportuna.

## **2.2 El PMBOK (Project Management Body of Knowledge) 6ª edición como estándar de gestión de proyectos**

La Guía PMBOK es la compilación de conocimientos, métodos, herramientas y técnicas que se ha aceptado como buenas prácticas dentro de la gestión de proyectos. Este trabajo se basa en la 6ª edición PMI (2017), que se describe ampliamente y es aplicable a múltiples proyectos, incluidas las obras civiles.

### ***2.2.1 Estructura y filosofía del PMBOK 6ª edición***

Organización y principios del PMBOK 6ª edición, consta de 10 áreas de conocimiento y cinco grupos de procesos en estas áreas participan en varias etapas, a lo largo del ciclo de vida del proyecto. La guía del PMBOK 6ª edición matizó lo siguiente:

*Adaptabilidad:* no hay un "tamaño único para todos", se fomenta la adaptación del ciclo de vida (predictivo, iterativo, incremental, ágil o híbrido) según el tipo de proyecto. La solución de MICOL S.A. probablemente sea una base predictiva que tenga elementos ágiles en el control y respuesta ágil con flexibilidad.

*Valor:* el enfoque está en maximizar el valor entregado al cliente y a la organización.

*El papel del gerente de proyecto:* destaca habilidades de liderazgo, estratégicas y técnicas.

### ***2.2.2 Áreas de conocimiento fundamentales para la optimización en MICOL S.A***

Aplicar PMBOK 6ª edición, permitirá estructurar el plan del proyecto, con un enfoque en los segmentos, según el diagnóstico preliminar de MICOL S.A. que más necesitan mejorar:

*Gestión del alcance del proyecto:* necesario para definir qué está incluido y prohibido en las obras. Definir el alcance lleva directamente a menos reprocesos, lo que tiene un efecto positivo en el rendimiento. Se requiere identificación de requisitos, definición del alcance, EDT, y validación y control del alcance.

*Gestión del cronograma del proyecto:* para hacer de esto un enfoque efectivo, ayuda tener un plan claro antes de comenzar el trabajo y hacer que el progreso de la programación sea fluido también, lo que incluye definir actividades, secuenciarlas y luego calcular su duración; construir el cronograma en sí y también controlar su entrega. Una técnica como el método de la ruta crítica para evitar ralentizaciones (CPM) y tener una amplitud, será una estrategia absolutamente clave

para prever, reducir y recortar costos. Bajo esta premisa la optimización de los tiempos en MICOL S.A requiere una gestión distinta, donde el enfoque de confiabilidad aumente en el flujo de trabajo propuestos por el sistema Last Planner System (Ballard,2000), asegurando que los compromisos de ejecución se cumplan y se adapten a la realidad de las obras, para evitar cuellos de botella.

*Gestión de costos del proyecto:* vinculado directamente a la optimización y facturación. Incluye todo sobre estimar costos, preparar presupuestos y gestionar gastos. La optimización de los costos operativos en MICOL S.A esta intrínsecamente ligada a la estabilidad del flujo de trabajo; es por eso que un monitoreo deficiente de las obras no solo afecta el cronograma si no también genera sobrecostos por tiempos muertos y baja productividad de las cuadrillas, afectando directamente el margen de utilidad del proyecto. (Choo y Tommelein, 1999). La gestión del valor ganado (EVM) es un método efectivo para mantener la medición de costos y cronograma.

*Gestión de recursos del proyecto:* esencial para gestionar las cantidades adecuadas de materiales y personal. Comprende la planificación, adquisición, desarrollo y gestión de recursos físicos y humanos. Significa que lidiar con la logística de materiales (“llegadas tardías”) es una parte importante que está aquí.

*Gestión de las comunicaciones del proyecto:* la comunicación inadecuada es un contribuyente principal a muchos problemas. Como resultado, esta sección se centra en la generación, recopilación, distribución, almacenamiento y eliminación rápida, para la integración de la información del proyecto en equipos de construcción-servicios, logística-operaciones, administración del proyecto (es decir, a cargo de la programación y planificación del trabajo en el sitio), y facturación.

*Gestión de riesgos del proyecto:* proactiva y esencial para obras civiles. Consiste en investigar evaluar y analizar la situación de investigación, preparar respuestas, ejecutar una

respuesta, monitorear riesgos. Esperar y gestionar cosas como lo que sucede cuando tienes un rediseño no anticipado o una falla no anticipada en la cadena de suministro.

*Gestión de adquisiciones del proyecto:* se ocupa de la compra-adquisición de bienes, servicios o resultados fuera del equipo del proyecto para utilizarlos con el propósito de obtener ahorros de costos. La eficiencia de la entrega de materiales se verá influenciada por la optimización de los procesos de licitación, la selección de proveedores, así como la gestión de contratos.

*Gestión de interesados del proyecto:* la sostenibilidad de los proyectos civiles en MICOL S.A depende de un enfoque de gestión estratégica que reconozca a los stakeholders como elementos clave del éxito operativo. Integrar las expectativas de los clientes y el bienestar de las cuadrillas de trabajo permite mitigar riesgos y alinear los objetivos de la organización con su entorno social y económico (Freeman,2010). centrado para mantener a un cliente feliz y demostrar que MICOL S.A. en el proyecto incluirá la identificación de los principales interesados, el análisis de sus expectativas e intereses y el desarrollo de estrategias para incluirlos adecuadamente a lo largo del proyecto, lidiando con sus expectativas respecto a los plazos y la facturación.

*Gestión de la integración del proyecto:* este es el proceso más importante, ya que asegura que todas las partes de cualquier proyecto se integren, trabajando juntas de manera efectiva. Desarrollar el plan de gestión del proyecto es un resultado principal de esta área y será el núcleo entregable de mi trabajo final de maestría.

### **2.3 Optimización de procesos y el rol estratégico del análisis de datos**

La optimización de procesos es una disciplina que se centra en optimizar el aumento continuo de la eficiencia y efectividad operativa mediante la identificación y eliminación de desperdicios, estandarización y automatización de los procesos utilizados. En la gestión de

proyectos, esto implica usar menos recursos, hacer las cosas de la manera más eficiente posible en menos tiempo y con mayor calidad, por eso la transformación de los procesos operativos requiere la adopción de una filosofía de gestión que elimine la dependencia de la inspección masiva, integrando la calidad desde el inicio de las ejecuciones para reducir la variabilidad y el desperdicio. (Deming, 1986).

### ***2.3.1 Enfoques para la optimización de procesos***

*Construcción lean:* derivada del sistema de producción de Toyota, se trata de optimizar el desarrollo de las necesidades del cliente y maximizar el valor del cliente sin agregar o desperdiciar recursos (tiempo, materiales y esfuerzo). El sistema busca reducir los tiempos no contributivos y los excesos de inventario en obra, permitiendo que el flujo de trabajo sea constante y eficiente, adaptándose a las necesidades reales del proyecto en cada fase (Ohno, 1988). Es útil para obras civiles considerar los principios de mejora continua (Kaizen) y gestión del flujo, ya que también son muy aplicables para reducir el tiempo de espera y mejorar la logística. La gestión de MICOL S.A adopta los principios de Lean Construction, entendiendo la obra como un sistema de producción donde el objetivo es maximizar el valor para el cliente mediante el control del flujo de trabajo y la reducción sistemática de la incertidumbre en las tareas diarias de las cuadrillas (Howell,1999).

*Gestión de procesos de negocio (BPM):* una metodología estructurada para evaluar, diseñar, implementar y rastrear procesos de negocio. Para que se identifiquen los cuellos de botella en los procesos y se propongan posibles soluciones, modelar procesos "AS-IS" (actuales) y "TO-BE" (futuros) es una modalidad básica de proceso.

*Teoría de las restricciones (TOC):* explica que el factor limitante, o restricción es el que impide que el sistema avance. En MICOL S.A., podría ser la logística de materiales o un proceso de rediseño.

### 2.3.2 El Análisis de datos como catalizador de la optimización

La era de la información ha traído consigo el análisis de datos; una herramienta crucial para decisiones basadas en datos y ajuste. Provost y Fawcett (2013), señalan que el “pensamiento analítico de datos” es esencial para la generación de valor a partir del conocimiento, correspondientemente, en el caso de MICOL S.A, la aplicación del análisis de conocimiento es:

*Diagnóstico:* detectar patrones de retrasos (sobrecostos, tiempo de inactividad) y cuantificar el impacto de las ineficiencias asociadas con los mismos y encontrar vínculos entre ellos (retraso de materiales, retraso en la facturación).

*Visualización en tiempo real:* permitir el desarrollo de paneles de control del progreso de las obras; disponibilidad de materiales; estado del proceso de facturación, para que la actividad de gestión sea proactiva en lugar de reactiva.

*Automatización de informes y alertas:* menos trabajo manual y más flexibilidad en la identificación de desviaciones.

## 2.4 Impacto de la eficiencia operativa en la facturación y satisfacción del cliente

La gestión de proyectos no funciona en el vacío, sus resultados tienen un reflejo directo en la salud financiera de la empresa y la relación con los clientes. El sistema ForMas+ y otras fuentes operativas pueden proporcionar a la empresa datos (para comprender las actitudes de los clientes sobre la facturación y la felicidad de los clientes), pero solo con la intervención y capacitación adecuadas puede superar cualquier obstáculo serio. El riesgo financiero es un gran recordatorio de

que los sistemas de gestión de proyectos deben diseñarse no solo para facilitar las operaciones, sino también para que sean significativas:

*Agilidad en la facturación y el flujo de caja:* los retrasos en las obras y la falta de control sobre su progreso conducen a retrasos en la facturación y, por lo tanto, en el flujo de caja. La optimización de la gestión asegura que los hitos de facturación se cumplan a tiempo, ayudando a MICOL S.A a fortalecer la liquidez de la empresa.

*Credibilidad y reputación:* en un entorno empresarial competitivo, entregar proyectos a tiempo, bajo presupuesto y con calidad es un elemento básico para la credibilidad y reputación de la empresa. Los excesos en la programación y los problemas con la facturación dañarán la imagen, erosionarán la confianza del cliente, sino incluso la disminuirán.

## **2.5 Marco conceptual**

El siguiente marco conceptual describe la definición de términos y acrónimos utilizados en cada fase de este proyecto final (TFM) para proporcionar claridad de acuerdo con la metodología de diagnóstico y la solución propuesta (DPPOGOC).

*DPPOGOC:* el acrónimo de plan de proyecto para la optimización de la gestión de obras civiles. La principal solución metodológica propuesta en el capítulo 4, que tiene como objetivo formalizar procesos críticos en MICOL S.A.

*Valor ganado (EV):* la medida objetiva del trabajo realizado expresada en términos del presupuesto autorizado para ese trabajo. En este TFM, el valor ganado (EV) representa el indicador básico para cuantificar la implementación del proyecto y establece la base para la estandarización del EDT.

*Variación de cronograma (SV):* diferencia entre el valor ganado (EV) y el valor planificado (PV) ( $SV = EV - PV$ ). Se emplea en el capítulo 4 para cuantificar la diferencia de tiempo entre los proyectos de estudio (16% promedio) y para prever el aumento proyectado en los procesos de estudio.

*Variación de costos (CV):* la diferencia entre el valor ganado (EV) y el costo real (AC) ( $CV = EV - AC$ ). Mide los sobrecostos y los ahorros presupuestarios, es la herramienta utilizada para identificar sobrecostos repetidos (comúnmente 9% promedio) en MICOL S.A.

*EDT/WBS:* una descomposición jerárquica de los entregables de trabajo del equipo del proyecto que se espera que completen. En el DPPOGOC, se realiza un EDT estándar para obras típicas, que define el alcance y actúa como una base inmutable para el valor planificado (PV) y la evaluación del valor ganado (EV).

*Diagrama de flujo de 48 horas:* mecanismo de gestión de comunicación del DPPOGOC que eliminará la "Espera" administrativa. Exige un SLA interno (acuerdo de nivel de servicio) con una duración acordada de 48 horas como el tiempo máximo para la aprobación de rediseños, ajustes y cambios operativos.

*Matriz de adquisiciones por EDT:* este es el documento de planificación para la gestión de adquisiciones. Conecta cada material crítico al paquete de trabajo del EDT, establece un disparador de alerta de 7 días para iniciar el proceso de compra y reduce el riesgo logístico.

*Desperdicio de 'espera' (construcción lean):* en el uso del DPPOGOC significa el tiempo que las cuadrillas de trabajo están inactivas esperando materiales o en la mayoría de los escenarios, esperando la aprobación o respuesta a solicitudes de rediseño y cambio. Es la principal ineficiencia en el diagnóstico cualitativo que se encontró (Womack y Jones, 2003)

*Hito de facturación:* los hitos predeterminados en el cronograma contractual que, al llegar (el EV de los paquetes de trabajo asociados), permiten enviar una factura a un cliente. Su retraso está asociado con la variación del cronograma (SV) negativo.

## **2.6 Marco legal**

La ejecución de obras civiles en el sector eléctrico, específicamente en el mantenimiento de alumbrado público, no puede entenderse únicamente desde la gestión administrativa, sino que debe estar blindada por el cumplimiento de la normativa técnica y legal vigente en Colombia. En este sentido, el diseño del plan de gestión para MICOL S.A. integra de manera transversal los requisitos de seguridad y calidad exigidos por el estado.

En primer lugar, la operatividad de las cuadrillas está estrictamente ligada al reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE) bajo la resolución 90708 de 2013, que establece las condiciones de seguridad para proteger a las personas y al entorno. De igual forma, al tratarse de servicios de iluminación, el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público (RETILAP) bajo la resolución 180540 de 2010, constituye la base técnica para asegurar la eficiencia energética y los niveles lumínicos en cada intervención de obra civil. Desde la perspectiva de la gestión de recursos humanos y protección en campo, el modelo se alinea con la Ley 1562 de 2012, que regula el sistema general de riesgos laborales. Dada la naturaleza del trabajo de nuestras cuadrillas, que implica exposición constante al riesgo eléctrico y labores en alturas, se integra el cumplimiento de la resolución 4272 de 2021, asegurando que la planeación de cada frente de obra cuente con los estándares de protección y prevención de caídas. Este marco legal no solo otorga validez jurídica al proyecto, sino que minimiza los riesgos de responsabilidad civil para MICOL S.A. ante posibles incidentes operativos.

## 2.7 Estado del arte

Como resultado, este capítulo establece el marco teórico, conceptual y empírico para el problema de estudio en MICOL S.A. Incluye una revisión jerárquica, comenzando con la formulación estratégica y el análisis empresarial, seguido de una discusión sobre la gestión de proyectos utilizando el estándar PMBOK 6ª Edición y una síntesis que integra estos hallazgos con la propuesta de fortalecimiento organizacional (DPPOGOC).

### *2.7.1 Referentes Teóricos: fundamentación estratégica, análisis de negocio y gestión de proyectos*

La técnica de construcción es solo un elemento, pero también es vital conocer el marco de gestión que armoniza la ejecución operativa con la estrategia organizacional para gestionar eficazmente un proceso de obras civiles.

**2.7.1.1 Fundamentos de la planeación y formulación estratégica.** La formulación estratégica es el punto de partida para cualquier intervención, lo cual es una base para toda acción organizacional. La gestión estratégica es el arte y la ciencia de formular, implementar y evaluar decisiones multifuncionales que permiten a una organización alcanzar sus objetivos (David, 2013). En las empresas de ingeniería y construcción, esto significa tomar la visión corporativa y entregar resultados reales a través de proyectos. La gestión de proyectos en MICOL S.A reconoce que la planificación estratégica no puede ser un proceso rígido y aislado de la ejecución, existe una falencia en creer que el análisis puede sustituirse a la síntesis; por ello, la coordinación de cuadrillas

actúa como el puente necesario para adaptar la estrategia a las condiciones cambiantes y emergencias del sitio de la construcción (Mintzberg, 1994).

*Alineación estratégica de proyectos:* los proyectos son el vehículo central a través del cual se ejecuta la estrategia. Las brechas de rendimiento surgen cuando se toma lo que está sucediendo en el sitio y lo que la gestión desea (rentabilidad, flujo de caja, satisfacción del cliente) y se emparejan con algo que hacen en lugar de lo que se entrega en el sitio. Según el Instituto de Gestión de Proyectos PMI (2017), la gestión de proyectos debe estar subordinada a la gestión estratégica, con herramientas como el acta de constitución del proyecto asegurando que cada trabajo comience con una comprensión del éxito que esté en estrecha concordancia con el negocio.

*Criterios de éxito y valor:* el éxito siempre se vio como el "Triángulo de Hierro" (alcance, tiempo, costo). Así que la teoría moderna sostiene que moverse se trata de una entrega de más valor. Esto es para MICOL S.A, un proyecto no podría tener éxito solo porque se completó, sino porque la facturación oportuna es esencial para la liquidez y sostenibilidad financiera de la empresa cuando se presenta un proyecto.

### ***2.7.2 Modelos de análisis de negocio y optimización operacional***

El análisis empresarial permite determinar las necesidades de una organización, así como encontrar soluciones a los problemas empresariales.

*Análisis de procesos (AS-IS/TO-BE):* en la optimización es clave entender el estado actual en profundidad (AS-IS). Autores como (Dumas et al. 2018), subrayan la importancia de modelar las prácticas actuales y cómo detectar cuellos de botella en las operaciones, antes de construir el estado futuro (TO-BE). Este marco teórico sustentó el enfoque diagnóstico dentro de este

DPPOGOC, en el que se analizaron las ineficiencias del flujo comunicativo y se capturaron las ineficiencias del flujo logístico.

*Optimización de la construcción lean (reducción de desperdicios):* La implementación de prácticas integradas en MICOL S.A busca transformar la construcción convencional en un sistema de entrega de proyectos lean. Este enfoque permite que la operativa coordine sus actividades de manera que se maximice el valor para el cliente final y se reduzcan drásticamente los desperdicios en cada etapa de obra. (Forbes y Ahmed,2011). Basado en la teoría propuesta por Koskela (1992), Lean es una filosofía de construcción centrada en optimizar la producción de productos minimizando el desperdicio y maximizando el valor. Según Womack y Jones (2003), clasifican los desperdicios de este tipo, dos de los cuales son clave para esta investigación:

*Desperdicio de espera:* tiempo inoportuno o inactivo de recursos (equipos) producido por la falta de material, información o toma de decisiones. Esta teoría sirve como base para el diagrama de flujo de 48 horas propuesto aquí.

*Desperdicio de movimiento y transporte:* movimiento de cualquier cosa, ya sean materiales o personas: No planificado de manera óptima para la gestión logística, lo que explica por qué las intervenciones de adquisiciones están justificadas.

### ***2.7.3 Lineamientos de la gestión de proyectos (PMBOK 6ª Edición)***

Se eligió el marco para la solución la guía del cuerpo de conocimiento de gestión de proyectos PMBOK 6ª edición (PMI, 2017), ya que los procesos estandarizados y rastreables son centrales.

*Gestión del alcance y la EDT/WBS:* el PMBOK define la estructura de desglose del trabajo (EDT) como la descomposición jerárquica del alcance total del trabajo. Sin una EDT, una línea

base de medición precisa es teóricamente imposible. Esta es la base para construir la EDT estándar de DPPOGOC para rectificar cualquier desviación en la planificación del proyecto.

*Gestión del cronograma y costos (EVMS):* el sistema de gestión del valor ganado (EVMS) como un control integrado el sistema de gestión del valor ganado (EVMS) es el estándar de oro en control integrado.

*Varianza del cronograma ( $SV = EV - PV$ ):* el criterio teórico para evaluar si el proyecto está en curso o desviado.

*Varianza del costo ( $CV = EV - AC$ ):* la medida teórica para evaluar si existe un superávit o déficit presupuestario. Estos modelos proporcionan una fácil incorporación y transformación de la gestión intuitiva en gestión basada en evidencia cuantitativa.

#### ***2.7.4 Antecedentes: investigaciones y experiencias del sector***

La literatura de antecedentes en la industria de la ingeniería y la construcción confirma la aplicabilidad de estas teorías y aplicaciones a las ineficiencias operativas.

*Antecedentes en lean construction:* Alarcón et al. (2008), encontraron que diseñar sistemas de planificación basados en la disminución de la incertidumbre y la espera aumenta la productividad en el sitio en casi un 30%. Empresas constructoras medianas con estudios de caso exitosos demuestran que eliminar la llamada "espera" mediante la gestión visual y procesos de aprobación ágiles conduce a un retorno inmediato de la inversión en costos.

*Implementación de PMBOK en PYMES de ingeniería:* para las empresas medianas, el problema no es la tecnología, sino la estructura de sus procesos.

Historias de éxito indican que la adopción de herramientas formales del PMBOK 6ª edición como WBS estandarizados y control de cambios básico mejoran significativamente las tasas de éxito de los proyectos, así como la satisfacción final del cliente.

### ***2.7.5 Síntesis y fundamentación teórica de la propuesta DPPOGOC***

Basado en la revisión y antecedentes de varias formulaciones teóricas, la solución propuesta por MICOL S.A. se articula con los datos del estado del arte. La gestión de proyectos moderna ha migrado hacia marcos de trabajo que permiten una respuesta rápida al cambio. (Schwaber y Sutherland, 2020)

**2.7.5.1 Articulación de hallazgos con el problema de investigación.** Según la teoría revisada, el problema de investigación ilustrado por un -16% de SV a lo largo de los años y la facturación tardía no es un hecho aislado; es un resultado conocido. La literatura de construcción lea caracteriza estos retrasos como la "espera" del desperdicio administrativo, mientras que el PMBOK identifica la falta de una línea base de alcance clara (WBS) que permita el control de adquisiciones como la fuente de las variaciones de costos. Por lo tanto, la ineficiencia de MICOL S.A es un problema basado en procesos y gestión y no una cuestión de capacidad técnica constructiva.

**2.7.5.2 Justificación de la propuesta (DPPOGOC) en los referentes.** La sugerencia de fortalecimiento organizacional (DPPOGOC), en todas las referencias mencionadas, la gestión de las cuadrillas en Micol s.a. se aborda desde la perspectiva de las organizaciones que aprenden. De acuerdo con (Senge,2006), la 'quinta disciplina' es el pensamiento sistémico, el cual permite

comprender la obra no como tareas aisladas, sino como un conjunto de procesos interdependientes. Está bien respaldada por las intenciones:

*Apoyo para el WBS estándar:* está fundado en el área de conocimiento de gestión del alcance del PMBOK. La implementación de paquetes de trabajo estandarizados permitirá la medición del EV, abordando el requisito de alineación estratégica y asegurando el control del éxito.

*Apoyo para el diagrama de flujo de 48 horas:* directamente de los principios de optimización operacional y construcción lean. Su propósito es eliminar el desperdicio de "espera" identificado en el análisis de negocio, y esto se hace sistemáticamente por diseño.

*Apoyo para la matriz de adquisiciones:* responde a la gestión de integración y adquisiciones (PMBOK) en el sentido de que la logística (suministro) se alineará con el cronograma de ejecución para garantizar la no interrupción del flujo de valor, asegurando que las facturas se realicen a tiempo.

### **3. Metodología**

El diseño metodológico de este trabajo describe una ruta que tiene como objetivo cumplir con los objetivos de la investigación. La investigación adopta un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), ya que es esencial comprender las dinámicas organizacionales y los cuellos de botella operativos (cualitativo), mientras se mide objetivamente el rendimiento histórico de los proyectos utilizando indicadores financieros y de cronograma (cuantitativo). Es una investigación proyectiva ya que no solo describe el problema, sino que busca diseñar una solución completa (DPPOGOC) para renovar la realidad laboral de MICOL S.A., se anuncian los tres pasos fundamentales del trabajo que se describirán a continuación:

### **3.1 Fase 1: Diagnóstico de la situación actual (AS-IS)**

El alcance de esta fase es identificar y cuantificar las ineficiencias que pueden estar presentes como parte de la gestión actual. Se utilizaron métodos distintivos para cubrir toda la realidad organizacional.

#### ***3.1.1 Técnicas cualitativas: identificación de causas raíz***

Pretendo averiguar el “por qué” de las ineficiencias observadas por el equipo humano.

Entrevistas Semiestructuradas (Instrumento GE-001)

*Propósito:* capturar percepciones de los “obstáculos” diarios para 12 colaboradores cruciales (gestión, residentes de obra, logística y almacén).

*Análisis:* se busca la saturación de categorías clave como “falta de comunicación”, “retrasos en compras” y “ambigüedad en el alcance”. Observación directa (Instrumento OD-001)

*Propósito:* identificar desperdicios operativos en el sitio desde la perspectiva de Lean Construction.

*Enfoque:* detectar tiempos muertos, desperdicio de “espera” y movimientos innecesarios de materiales que no se registran en informes oficiales.

#### ***3.1.2 Técnicas cuantitativas: medición del desempeño histórico***

Apuntan a construir una base numérica segura sobre el rendimiento del proyecto. revisión documental y análisis de datos operativos (Instrumento RD-001):

*Fuente:* archivos de cierre, registros de trabajo e informes financieros de 10 proyectos recientemente completados.

*Tratamiento estadístico:* extraer datos sobre presupuesto (BAC), costo Real (AC) y progreso físico para reconstruir el valor ganado (EV).

*Indicadores Concretos:* los datos se convierten en dos indicadores según (PMBOK 6ª edición); cada uno de estos registrará el diseño de la solución:

Variación de Cronograma ( $SV = EV - PV$ ): para medir la magnitud monetaria de los retrasos.

*Variación de Costo* ( $CV = EV - AC$ ): para medir la pérdida financiera debido a la ineficiencia.

### **3.2. Fase 2: diseño de la propuesta (TO-BE)**

En esta etapa se planifica el plan de proyecto para la optimización de la gestión de obras civiles (DPPOGOC) utilizando los hallazgos de la fase 1, como base para la formalización de procesos bajo el estándar PMBOK 6ª edición.

#### **3.2.1 Herramientas de diseño**

*Estandarización del EDT (gestión del alcance):* se crea una estructura de desglose del trabajo tipo para estandarizar los criterios para medir el valor ganado (EV), en respuesta a la variación identificada en el diagnóstico.

*Matriz de planificación de compras:* una herramienta de enlace entre cronograma y logística creada para generar disparadores de compra según los tiempos de entrega críticos detectados cuantitativamente.

*Modelado de procesos (BPMN):* diagramas de flujo de comunicación (es decir, aprobación de replanificación) para establecer acuerdos de nivel de servicio (SLA) de 48 horas, abordando el desperdicio cualitativo de “espera”.

### **3.3. Fase 3: Validación de la propuesta**

Antes de la implementación completa, la fase final tiene como objetivo asegurar que el DPPOGOC diseñado sea factible, cohesivo y aplicable al contexto específico de MICOL S.A.

#### **3.3.1 Método de validación: juicio de expertos**

La propuesta se someterá a grupos de revisión de evaluadores calificados para mitigar el sesgo del investigador.

*Perfil del experto:*

- Profesionales de ingeniería civil, arquitectura con más de 10 años de experiencia en la industria de la construcción.
- Especialistas o magister en gestión de proyectos que estén certificados PMP , preferiblemente; o tengan competencia considerable en la guía PMBOK 6ª edición.
- Ejecutivos que hayan trabajado con sistemas de gestión de calidad a nivel corporativo.

#### **3.3.2 Criterios de evaluación**

Los expertos evaluarán el DPPOGOC basado en una rúbrica estructurada que califica los siguientes aspectos:

1. *Coherencia metodológica:* ¿Los procesos diseñados (EDT, Matrices) se alinean correctamente con las áreas de conocimiento de PMBOK?

2. *Factibilidad operativa*: ¿Es realista implementar el diagrama de flujo de 48 horas y la matriz de compras con los recursos actuales de MICOL S.A.?
3. *Relevancia*: ¿La propuesta aborda directamente las causas raíz (logística y comunicación) identificadas en el diagnóstico?
4. *Impacto proyectado*: ¿Se considera razonable la mejora proyectada en los indicadores SV y CV?

En este capítulo, se presenta un enfoque descriptivo e interpretativo de los hallazgos de la investigación. Además de presentar los datos recopilados, se analizó el significado de estos datos para la gestión de proyectos en MICOL S.A., mostrando cómo las ineficiencias actuales revelan la necesidad de procesos formales y cómo el diseño del DPPOGOC replantea la organización y la lleva hacia un modelo de madurez basado en datos y control predictivo.

## **4. Resultados**

Los resultados se alinean con los hallazgos de (Caballero, Zambrano y Ponce, 2018), quienes sugieren que la estandarización de procesos y el control diario de las actividades permiten estabilizar el ritmo de trabajo. Al aplicar estas estrategias, la coordinación garantiza que los frentes de trabajo cuenten con suministros e información oportuna, evitando los cuellos de botella identificados por los autores en el contexto colombiano.

### **4.1 Resultados obtenidos a partir del diagnóstico (OE1)**

El enfoque de esta sección se relaciona con el objetivo 1: “Diagnosticar los puntos críticos de ineficiencia en los procesos actuales de gestión de obras civiles, a través del análisis exploratorio de datos, entrevistas y documentación.” El diagnóstico se realizó mediante GE-001 (Guía de

Entrevista), OD-001 (Guía de Observación) y RD-001 (Revisión Documental) con una muestra de 12 colaboradores clave y 10 proyectos evaluados de MICOL S.A.

#### ***4.1.1 Análisis cuantitativo de desviación histórica (RD-001)***

El examen de los datos operativos en el caso de 10 proyectos históricos ha mostrado un fenómeno regular de desviación. La tabla 2 muestra que, aunque los valores negativos están en la tabla, también hay una falla en la gestión de cronograma y costos. Una variación de cronograma (SV) de -\$160,000,000 sugiere que, en promedio, la cantidad completada está significativamente por debajo de la cantidad de acción planificada. En términos de la guía PMBOK 6ª edición, significaría que la entidad carece de control predictivo; las desviaciones no se identifican de manera oportuna para remediar y el retraso resultante afecta los hitos de facturación. De manera similar, la variación de Costos (CV) negativa indica la brecha entre la planificación (presupuesto) y la ejecución (ineficiencia logística). A continuación, en la tabla 1, se presenta el desglose detallado de los indicadores de Valor Ganado para los 10 frentes de obra civil. Esta matriz constituye la base de datos primaria que sustenta las desviaciones detectadas, donde se evidencia un retraso consolidado de \$160.000.000 (equivalente al 16% del cronograma planeado) y un sobrecosto de \$86.000.000 derivado de ineficiencias operativas. (equivalente al 9% de la varianza del costo).

**Tabla 1.** Resumen desglose de Proyectos en MICOL S.A. (Valores en COP)

| ID de Obra               | PV (Valor Planeado) | EV (Valor Ganado) | AC (Costo Real) | SV (Varianza Tiempo) | CV (Varianza Costo) |
|--------------------------|---------------------|-------------------|-----------------|----------------------|---------------------|
| 39091                    | \$ 110.000.000      | \$ 92.400.000     | \$ 101.400.000  | -\$ 17.600.000       | -\$ 9.000.000       |
| 39004                    | \$ 95.000.000       | \$ 79.800.000     | \$ 86.800.000   | -\$ 15.200.000       | -\$ 9.000.000       |
| 39605                    | \$ 125.000.000      | \$ 105.000.000    | \$ 114.000.000  | -\$ 20.000.000       | -\$ 9.000.000       |
| 39870                    | \$ 100.000.000      | \$ 84.000.000     | \$ 91.000.000   | -\$ 16.000.000       | -\$ 9.000.000       |
| 39852                    | \$ 115.000.000      | \$ 96.600.000     | \$ 107.600.000  | -\$ 18.400.000       | -\$ 9.000.000       |
| 39856                    | \$ 130.000.000      | \$ 109.200.000    | \$ 118.200.000  | -\$ 20.800.000       | -\$ 9.000.000       |
| 39854                    | \$ 85.000.000       | \$ 71.400.000     | \$ 81.400.000   | -\$ 13.600.000       | -\$ 9.000.000       |
| 39853                    | \$ 90.000.000       | \$ 75.600.000     | \$ 84.600.000   | -\$ 14.400.000       | -\$ 9.000.000       |
| 39565                    | \$ 75.000.000       | \$ 63.000.000     | \$ 69.000.000   | -\$ 12.000.000       | -\$ 9.000.000       |
| 39607                    | \$ 75.000.000       | \$ 63.000.000     | \$ 72.000.000   | -\$ 12.000.000       | -\$ 9.000.000       |
| <b>TOTAL CONSOLIDADO</b> | \$ 1.000.000.000    | \$ 840.000.000    | \$ 926.000.000  | -\$ 160.000.000      | -\$ 90.000.000      |

*Nota:* datos obtenidos del análisis de los informes de cierre de 10 proyectos de MICOL S.A. (2024-2025)

**Tabla 2.** Resumen Cuantitativo del Desempeño Histórico (AS-IS) de Proyectos en MICOL S.A. (Valores en COP)

| Indicador de Desempeño            | Promedio Histórico                                     | Desviación (%) | Implicación Crítica   |
|-----------------------------------|--|----------------|---|
| <i>Varianza del Cronograma</i>    | -160.000.000 COP                                       | -16%           | Retrasos que afectan hitos contractuales y de facturación.      |
| <i>Varianza del Costo</i>         | - 86.000.000 COP                                       | -9%            | Sobrecostos recurrentes por compras de emergencia y reprocesos. |
| <i>Tasa de Despachos Críticos</i> | 4.8 despachos con retraso mayor a 2 días por proyecto. | 24 %           | Correlación directa con la paralización de cuadrillas en obra.  |

*Nota:* datos obtenidos del análisis de los informes de cierre de 10 proyectos de MICOL S.A. (2024-2025). Cálculo de varianzas realizado por el autor.

**4.1.2 Identificación cualitativa de causas raíz (GE-001 y OD-001)**

Los datos cualitativos nos permiten entender la causa raíz de los números anteriores. La tabla 3 clasifica los obstáculos percibidos por el personal. El hecho de que el 83.3% mencione "logística" y el 75% "comunicaciones" confirma que la ineficiencia no es técnica (constructiva), sino más bien en la gestión de la integración. Falta un hilo conductor que conecte los requisitos del proyecto con la oficina central (administración). (ver apéndice G. Registro de finalización, formatos)

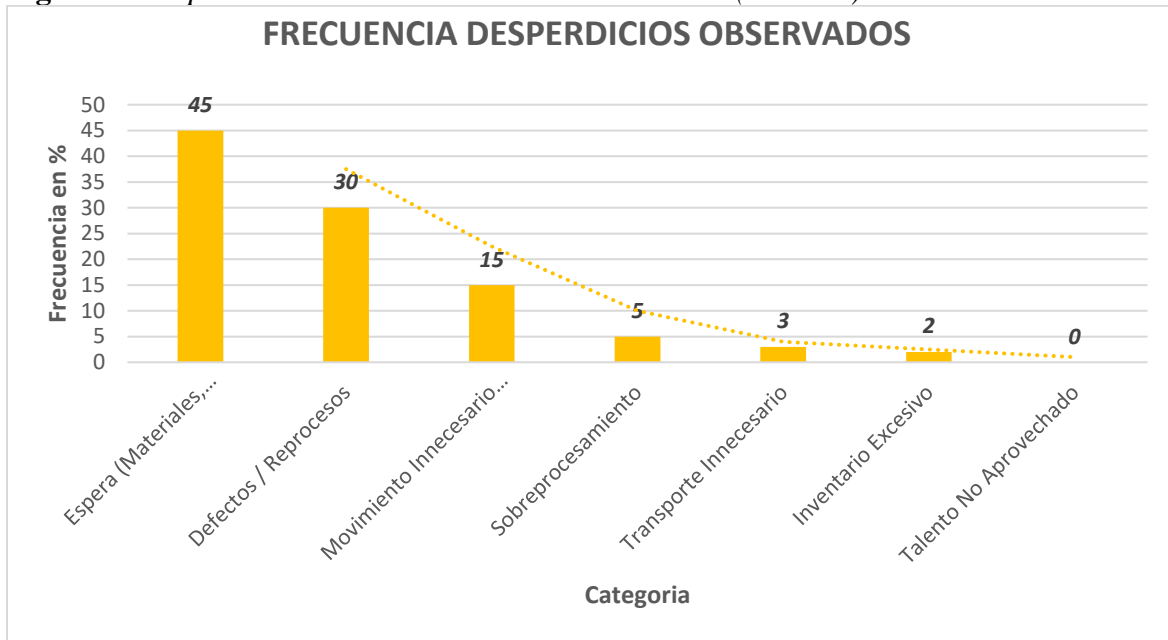
**Tabla 3.** Frecuencia de Obstáculos Clave Reportados por el Personal de MICOL S.A

| Ítem | Obstáculo Identificado                                      | Frecuencia de Mención (n=12) | Porcentaje |
|------|---|------------------------------|------------|
| 1    | Retraso o Error en la Logística de Materiales/Adquisiciones | 10                           | 83,30%     |
| 2    | Problemas de Comunicación y Aprobaciones (Replanteos)       | 9                            | 75,00%     |
| 3    | Reprocesos y Fallas de Calidad                              | 6                            | 50,00%     |

*Nota:* datos recopilados mediante la aplicación del instrumento de entrevista GE-001 a colaboradores de MICOL S.A. (2025).

Este diagnóstico está respaldado visualmente por la figura 1, que categoriza los períodos improductivos según la filosofía de la construcción lean. La predominancia de “esperando” (45% del tiempo no productivo) es el síntoma definitivo de la falta de flujos de aprobación ágiles. En MICOL S.A., las cuadrillas están listas para trabajar, pero el sistema de gestión (aprobaciones, materiales) las detiene.

**Figura 1.** Desperdicios Críticos en el Proceso de Obras (OD-001).



Se presenta el gráfico de barras que muestra a la 'espera' como el mayor porcentaje (45%) del tiempo no productivo. Estos datos fueron recopilados mediante la aplicación del instrumento de entrevista GE-001 a colaboradores de (MICOL S.A., 2025).

#### 4.2 Resultados obtenidos del diseño de procesos (OE2)

“Diseñar un sistema de control y monitoreo en tiempo real para la programación de obras civiles, integrando herramientas de gestión colaborativa y visualización de datos de diversas fuentes.” Este objetivo surge a través de la propuesta del sistema de monitoreo y control DPPOGOC bajo el paraguas de un sistema de gestión del valor ganado (EVMS) con el establecimiento de un cuadro de mando (ver apéndice D. Programación y creación de Id). La implementación de sistemas de control en MICOL S.A sigue los lineamientos de la gestión de proyectos modernos, donde se busca un equilibrio entre la planificación técnica y la ejecución en

campo. Esto permite que el coordinador de la obra identifique desviaciones en tiempo real y ajuste el desempeño de las cuadrillas antes de que afecte la ruta crítica del proyecto (Kerzner, 2017).

**4.2.1. Definición de indicadores para la toma de decisiones**

Para cambiar el rumbo, lo que se mide debe cambiarse. Los nuevos KPI del sistema se muestran en la tabla 4. A diferencia de los informes existentes, estas métricas como el (EAC) son predictivas. Permiten a la gestión tener una idea del resultado final del proyecto basado en el rendimiento actual para tomar decisiones correctivas antes de que surjan incumplimientos.

**Tabla 4.** Indicadores Clave del Sistema de Monitoreo del DPPOGOC.

| <b>KPI (Indicador)</b>                          | <b>Fórmula</b>        | <b>Valor Crítico de Referencia</b>                         | <b>Área de Control</b>    |
|---|-----------------------|--|---------------------------|
| <i>Índice de Desempeño del Costo (CPI)</i>      | EV/AC                 | CPI < 1.0 (Sobre Gasto)                                    | Gestión de Costos         |
| <i>Índice de Desempeño del Cronograma (SPI)</i> | EV/ PV                | SPI < 1.0 (Retraso)  | Gestión del Cronograma    |
| <i>Estimación a la Conclusión (EAC)</i>         | BAC /CPI (Predicción) | Diferencia positiva con el BAC (proyección de sobrecosto). | Gestión de la Integración |

*Nota:* selección de indicadores basada en el estándar EVMS del Project Management Institute (2017).

**4.2.2 Modelo de dashboard de visualización propuesto**

Los datos no crean valor si no son accesibles. La tabla 5 muestra una simulación de cómo aparecerían los datos asociados con un proyecto típico de MICOL S.A. en el nuevo sistema, al visualizar un SPI de 0.71 y un EAC proyectado con sobrecostos, esta herramienta obliga a la gerencia a reconocer de inmediato el estado de "Alto Riesgo".

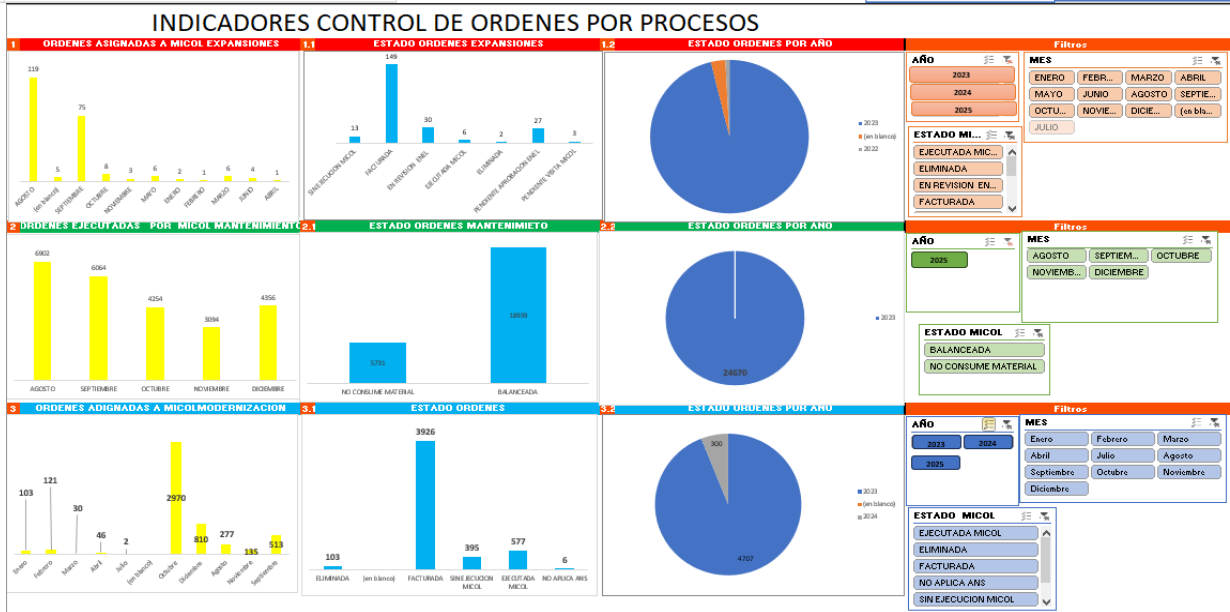
**Tabla 5.** *Indicadores Clave del modelo de Dashboard del DPPOGOC*

| <b>Métrica (EVMS)</b>                     | <b>Sigla</b> | <b>Valor Numérico (COP)</b> | <b>Estado/Semáforo</b> |
|---|--------------|-----------------------------|------------------------|
| <i>Presupuesto a la Conclusión</i>        | BAC          | \$1.000.000.000             | Planeado               |
| <i>Valor Planeado</i>                     | PV           | \$ 550.000.000              | Acumulado              |
| <i>Costo Real</i>                         | AC           | \$ 480.000.000              | Acumulado              |
| <i>Valor Ganado</i>                       | EV           | \$ 390.000.000              | Acumulado              |
| <i>Varianza del Cronograma</i>            | SV           | -\$ 160.000.000             | Riesgo Alto            |
| <i>Varianza del Costo</i>                 | CV           | -\$ 90.000.000              | Riesgo Medio           |
| <i>Índice de Desempeño del Cronograma</i> | SPI          | 0.71                        | ROJO                   |
| <i>Índice de Desempeño del Costo</i>      | CPI          | 0.81                        | AMARILLO/ROJO          |
| <i>Estimación a la Conclusión</i>         | EAC          | \$1.230.769.230             | Proyección             |

*Nota:* simulación de datos realizada por el autor para demostrar la funcionalidad del Dashboard propuesto.

La Figura 2 es la representación gráfica de este control. Este panel de control cambia la cultura organizacional: ya no depende de informes verbales subjetivos, la “verdad del proyecto” se presenta en una pantalla de fácil acceso y se hace visible para cualquiera que lo necesite, por lo que la transparencia y la reacción son rápidas. La gestión del desempeño en MICOL S.A requiere un enfoque equilibrado que trascienda las métricas financieras tradicionales, mediante la implementación de un cuadro de mando integral, se busca alinear las actividades operativas con la visión estratégica de la empresa, midiendo el éxito a través de indicadores de procesos, clientes y aprendizaje organizacional (Kaplan y Norton,1996)

**Figura 2. Modelo de Dashboard Propuesto para la Gerencia de MICOL S.A.**



### 4.3 Resultados obtenidos de la estructuración del plan (OE3)

Esta sección responde al Objetivo 3: “Estructurar el plan del proyecto para optimizar la gestión de obras civiles en MICOL S.A. a través del PMBOK 6ª edición.” el resultado final es el diseño del plan del proyecto para la optimización de la gestión de obras civiles (DPPOGOC).

#### 4.3.1 Estructuración y alcance del DPPOGOC

Para mitigar el 83% de las quejas sobre materiales, se diseñó la matriz de adquisiciones (Figura 3). Esta herramienta no es solo una simple lista de compras; es un mecanismo de integración. Al vincular cada material crítico con un disparador de tiempo (7 días antes), fuerza la coordinación entre el cronograma de trabajo y el departamento de compras, eliminando la improvisación.

**Tabla 6.** Ejemplo de adquisiciones DPPOGOC

| GESTION DE ADQUISIONES  |  |  |  |
|-------------------------|--|--|--|
| Aspecto                 | AS-IS (Problema Actual)  | TO-BE (Solución Propuesta - DPPOGOC)   | Impacto en la Obra   |
| <i>Ineficiencia</i>     | <i>Sobrecosto y espera.</i> el sistema de pedidos es reactivo; los ingenieros solicitan materiales críticos (ej., tubería especial) cuando están a 1 día de agotarse.  | Regla de 7 días de antelación. La nueva matriz de adquisiciones por WBS exige que todos los materiales con tiempo de entrega (lead time) mayor a 3 días se soliciten con un margen de 7 días (PV vs. EV).  | Se elimina la paralización. La cuadrilla civil nunca se detiene esperando el material de mampostería, garantizando la continuidad del PV y evitando el sobrecosto por pedidos de urgencia. |
| <i>Ejemplo Práctico</i> | La cuadrilla Civil termina la fundición de la placa a las 10:00 AM y el maestro pregunta por los accesorios de plomería para el siguiente paso, pero Logística informa que llegan al día siguiente.<br>→ Pérdida de 1 jornada de trabajo (Espera). | La matriz de adquisiciones vinculada al cronograma (WBS) dispara una alerta automática a logística 7 días antes de la necesidad, asegurando que los materiales estén en el stock de obra el día que la cuadrilla Civil finalice la tarea anterior. |  |

*Nota:* elaboración basada en los tiempos de suministro de proveedores de MICOL S.A.

Al imponer una regla de adelanto obligatoria, la gestión de adquisiciones está tratando de cubrir todos los suministros y servicios vitales, como los materiales necesarios antes de que comience el trabajo. Este método ayuda a prevenir períodos que consumen mucho tiempo (espera) y, además, evita compras de emergencia costosas. La regla de oro de DPPOGOC significa que cualquier material con un tiempo de entrega superior a 3 días debe tener un punto de reorden (tirador) de 7 días calendario. La Figura 3 ilustra el flujo de esta matriz, destacando cómo el cumplimiento de los tiempos de entrega protege el cronograma de ejecución.

**Figura 3.** Tabla de la Matriz de Adquisiciones por Paquete de Trabajo (WBS) de DPPOGOC

| CÓDIGO WBS (Ejemplo) | Paquete de Trabajo / Entregable | Material/Servicio Crítico                   | Tiempo de Entrega (Lead Time) Estimado | Cantidad Estimada | Trigger de Compra (Antelación Mínima) | Responsable del Seguimiento   |
|----------------------|---------------------------------|---|--|-------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| 1.1.2                | Cimentación y Estructura        | Acero de Refuerzo 1/2" (Pedido Especial)    | 5 días                                 | 8 toneladas       | 7 días antes del inicio de 1.1.2      | Ingeniero de Obra / Logística |
| 1.2.1                | Muros y Mampostería             | Ladrillo de Arcilla N4 (Alto Volumen)       | 2 días                                 | 15.000 unidades   | 7 días antes del inicio de 1.2.1      | Almacenista                   |
| 1.2.3                | Instalaciones Subterráneas      | Tubería PVC 4"(Conexiones)                  | 7 días                                 | 250 metros        | 10 días (Ajustado por Proveedor)      | Ingeniero de Obra             |
| 1.3.1                | Exteriores                      | Granito para baldosa imprevista (Importado) | 20 días                                | 50 M <sup>2</sup> | 25 días antes del inicio de 1.3.1     | Jefe de Compras               |
| 1.3.2                | Cimentación y Estructura        | Pintura Epóxica (Color Especifico)          | 4 días                                 | 120 galones       | 7 días antes del inicio de 1.3.2      | Almacenista                   |
| 2.1.1                | Exteriores                      | Servicio de Subcontrato de Paisajismo       | 15 días (Contratación)                 | 1 contrato        | 21 días antes de la fecha de inicio   | Gerente de Proyecto           |

*Gestión de la Comunicación:* diseño del diagrama de flujo de aprobación para revisiones tiempo máximo de respuesta de 48 horas para decisiones de proyectos para eliminar el período de "espera" administrativa, hay reglas definidas para abordar la "espera" administrativa. El protocolo del diagrama de flujo de 48 horas se detalla en la Tabla 7. Y al asignar tiempo para cada parte responsable, la comunicación informal se convierte en un acuerdo de nivel de servicio (SLA) interno, donde el silencio administrativo conlleva consecuencias (escalamiento). Con este diseño

no solo se busca el control de cronogramas, también se busca la estrategia de mejorar procesos tal como lo propuso (Harrington,1991). Donde la simplificación de flujos de aprobación impacte la productivas y la capacidad competitiva de MICOL.S.A.

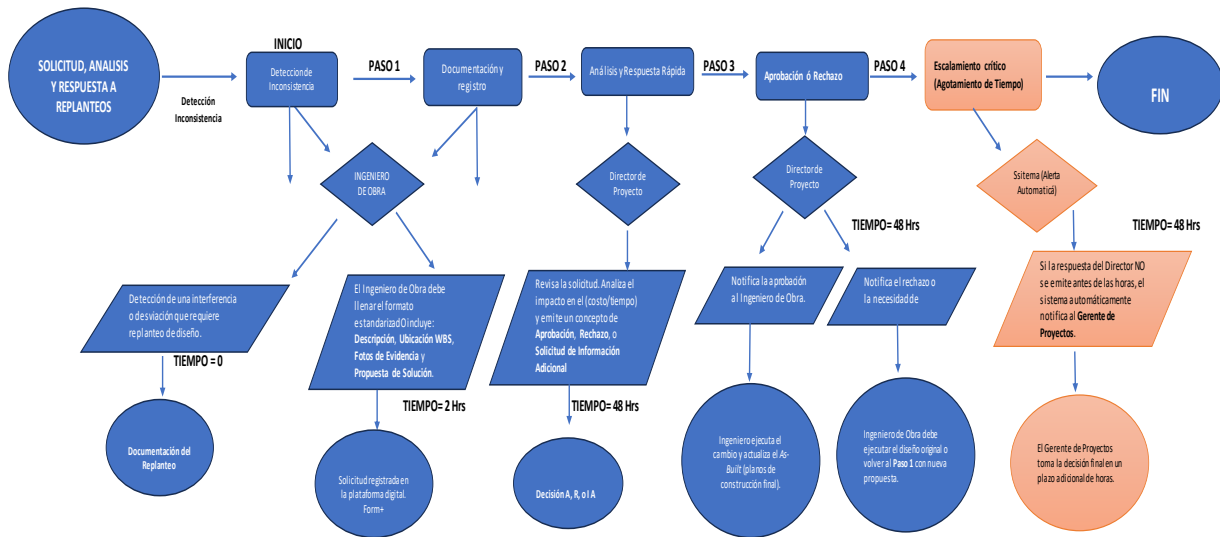
**Tabla 7.** Ejemplo de comunicaciones DPPOGOC

| <b>GESTION DE LAS COMUNICACIONES</b> |   |  |   |
|--------------------------------------|---|--|---|
| <b>Aspecto</b>                       | <b>AS-IS (Problema Actual)</b>  | <b>TO-BE (Solución Propuesta - DPPOGOC)</b>  | <b>Impacto en la Obra</b>   |
| <i>Ineficiencia</i>                  | <i>Espera administrativa.</i> Las solicitudes de replanteo (cambio de diseño por una condición inesperada en sitio) se envían por correo electrónico y se pierden en la bandeja del director o el Cliente, demorando 3 a 5 días la respuesta. | <i>Flujograma de aprobación de 48 horas.</i> se implementa un protocolo digital (vía app o plataforma de control) que obliga la aprobación/rechazo en un máximo de 48 horas para evitar la 'Espera' en obra.   | <i>Agilidad en la decisión.</i> Se mantiene el ritmo del proyecto. La cuadrilla civil puede reasignarse a una tarea de contingencia por 48 horas mientras espera, y no queda totalmente improductiva. |
| <i>Ejemplo Práctico</i>              | La cuadrilla Civil encuentra una interferencia de tubería al iniciar la excavación. El ingeniero envía el reporte de replanteo. Pasan 5 días sin respuesta, lo que detiene totalmente esa parte del frente de trabajo. →                      | El Ingeniero de Obra registra el replanteo con fotos/medidas en el sistema. El director recibe una notificación prioritaria. Si no responde en 48 horas, el sistema automáticamente escala la decisión al Gerente de Proyectos, forzando la resolución y permitiendo la reanudación del trabajo sin demoras excesivas. |   |

*Nota:* protocolo diseñado por el autor para optimizar el flujo de aprobaciones internas.

El diagrama de flujo utilizado para la aprobación de rediseños es la herramienta fundamental en la gestión de la comunicación dentro del DPPOGOC. Su propósito será eliminar la ineficiencia de la "espera" administrativa (que según el diagnóstico es una de las principales causas de retraso) estableciendo la regla de un tiempo máximo de respuesta de 48 horas. La Figura 4 muestra el diagrama de flujo de este proceso. Visualmente, establece un camino crítico para la toma de decisiones, asegurando que ninguna solicitud de rediseño quede "en el limbo", protegiendo así la continuidad operativa de las cuadrillas.

**Figura 4.** *Flujograma de aprobación de replanteos del DPPOGOC.*



*Gestión del Alcance:* desarrollo de una estructura de desglose del trabajo (EDT) estándar para proyectos típicos para garantizar la consistencia en la planificación (PV) y el control (EV).

En última instancia, la base de todo control es saber qué se necesita hacer. La EDT estándar se presenta en la Tabla 8. Esta estructura detallada es fundamental para MICOL S.A. porque unifica el lenguaje de los proyectos. Permite que el valor planificado (PV) se asigne a los entregables físicos reales, lo que hace posible medir objetivamente el valor ganado (EV).

**Tabla 8.** Ejemplo de alcance DPPOGOC.

| GESTION DE LA ALCANCE   |  |  |  |
|-------------------------|--|--|--|
| Aspecto                 | AS-IS (Problema Actual)  | TO-BE (Solución Propuesta - DPPOGOC)   | Impacto en la Obra   |
| <i>Ineficiencia</i>     | <i>Inconsistencia en el control.</i> cada proyecto tiene una estructura de reporte y medición del avance diferente, haciendo imposible comparar PV y EV de manera consistente entre proyectos.                                 | <i>Estructura de desglose de trabajo (WBS) estándar.</i> Se define una WBS tipo para todos los proyectos de subterranización, donde el EV siempre se medirá en el mismo nivel (Ej: EV solo se gana al completar el "Módulo X de cámaras Subterráneas ", no por avance porcentual). | <i>Cálculo de EVMS Confiable.</i> Se garantiza la coherencia entre el plan (el PV presupuestado) y la medición (el EV ganado), mejorando la precisión del SPI y CPI. |
| <i>Ejemplo Práctico</i> | El Gerente de Proyectos recibe un reporte donde la PV del "Módulo Canalización " es de 800 M COP, pero la EV se reporta al 50% basado solo en la colocación de la tubería, sin incluir el relleno (interpretación subjetiva).→ | El DPPOGOC establece que el Paquete de Trabajo 1.3. canalizaciones solo gana EV (100% del valor) cuando se ha completado la compactación y reposición. Esto fuerza una medición objetiva, basada en entregables físicos y no en estimaciones.                                      |  |

*Nota:* estructura de desglose basada en los entregables típicos de proyectos de MICOL S.A.

Este EDT cumple un propósito fundamental para el DPPOGOC, formaliza la gestión del alcance y genera paquetes de trabajo medibles que sirven para calcular y medir objetivamente el rendimiento del valor ganado (EV) y del proyecto, con respecto a los entregables físicos y medibles, con el objetivo de lograr consistencia en la planificación (PV). Esta jerarquía se representa en la Figura 5, donde el alcance total se descompone en partes manejables y controlables. La planificación detallada de las actividades *en MICOL S.A* se fundamenta en la descomposición jerárquica de tareas. Como señalan Bron Fonseca et al. (2019), la estructura de desglose del trabajo (EDT) actúa como un mecanismo viable para asegurar el éxito del proyecto, ya que permite definir con exactitud los entregables y facilita la asignación de recursos específicos a cada frente de trabajo, reduciendo la incertidumbre en la ejecución (Bron Fonseca et al., 2019).

**Figura 5.** *Gestión del Alcance (Base para el PV y EV)(EDT/WBS) para el DPPOGOC*

| Nivel WBS | Código | Elemento WBS / Entregable Principa             | Paquete de Trabajo (Punto de Control EV)                                       | Regla de Cierre (Criterio para Ganar EV)  |
|-----------|--------|--|--|---|
| Nivel 1   | 1.0    | <b>Proyecto de Edificación (Entrega Final)</b> |  |   |
| Nivel 2   | 1.1    | Obras Preliminares y Estructura                |  |   |
| Nivel 3   | 1.1.1  | Preliminares                                   | Demolición, Cerramiento Perimetral y Limpieza de Lote.                         | 100% de las áreas de demolición y desmonte certificadas en acta.                                    |
| Nivel 3   | 1.1.2  | Cimentación                                    | Excavación, instalación de pilotes/platea y fundición.                         | 100% de la fundición de la cimentación aprobada por interventoría y topografía.                     |
| Nivel 3   | 1.1.3  | Estructura Vertical                            | Muros estructurales, columnas y losas de entrepiso (por nivel).                | 100% de la estructura vertical hasta el nivel N+X (incluyendo formaleta y fundición).               |
| Nivel 2   | 1.2    | Instalaciones y Mampostería                    |  |   |
| Nivel 3   | 1.2.1  | Instalaciones Hidrosanitarias                  | Redes de Agua Potable y Alcantarillado (Embebidas en Muros y Piso).            | 100% de las pruebas de presión y funcionalidad certificadas.  |
| Nivel 3   | 1.2.2  | Instalaciones Eléctricas                       | Canalizaciones, tuberías y cableado principal (hasta la caja de distribución). | 100% de las tuberías y cajas de conexión instaladas y cableado de acometidas principales.           |
| Nivel 3   | 1.2.3  | Mampostería y Divisiones                       | Levantamiento de muros divisorios internos (ladrillo, drywall, etc.).          | 100% de los muros levantados, nivelados y a plomo, listos para pañete.                              |
| Nivel 2   | 1.3    | Acabados                                       |  |   |
| Nivel 3   | 1.3.1  | Pañetes y Estucos                              | Aplicación de pañete y estuco en interiores y fachadas.                        | 100% de las superficies listas y aprobadas para la aplicación de pintura.                           |
| Nivel 3   | 1.3.2  | Pisos y Enchapes                               | Instalación de pisos y revestimientos cerámicos o de porcelanato.              | 100% de la superficie de pisos terminada, emboquillada y protegida.                                 |
| Nivel 3   | 1.3.3  | Carpintería y Ventanería                       | Instalación de puertas, marcos, guardaescobas y ventanería.                    | 100% de la carpintería fija y móvil instalada y ajustada, con vidrios instalados.                   |
| Nivel 3   | 1.3.4  | Pintura y Detalles                             | Aplicación de pintura interior y exterior y colocación de accesorios finales.  | 100% de las áreas pintadas con dos manos y retoques finales concluidos.                             |
| Nivel 2   | 1.4    | Cierre y Post-Construcción                     |  |   |
| Nivel 3   | 1.4.1  | Pruebas y Limpieza                             | Pruebas finales de sistemas, limpieza profunda y retiro de residuos.           | 100% de las pruebas funcionales (eléctricas, hidráulicas, etc.) superadas y acta de recibo emitida. |
| Nivel 3   | 1.4.2  | Documentación y Entrega                        | Entrega de planos <i>As-Built</i> , manuales de usuario y acta de entrega.     | 100% de la documentación final aprobada y entregada al cliente/propietario.                         |

#### 4.3.2. Viabilidad económica proyectada

Los procesos formalizados adoptados en el DPPOGOC nos permiten estimar la viabilidad económica del TFM mientras mitigamos desviaciones. La Tabla 9 es la síntesis del impacto esperado. Esto va más allá de las implicaciones para el rendimiento financiero: la proyección para

reducir el SV de -16% a un rango más cercano a cero indica que la madurez organizacional ha mejorado como resultado del DPPOGOC. Pasar de desviaciones de dos dígitos a desviaciones mínimas significa que MICOL S.A. dejará de ser una empresa que reacciona a los problemas y se convertirá en una empresa que controla sus resultados. Esta estabilidad operativa es la base para asegurar la rentabilidad a largo plazo y la confianza del cliente.

**Tabla 9.** *Proyección de desempeño (TO-BE) y Viabilidad económica del DPPOGO*

| <b>Indicador</b>                    | <b>Varianza Histórica (AS-IS)</b> | <b>Proyección de Impacto (TO-BE)</b> | <b>Reducción de Ineficiencia</b>  |
|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---|
| <i>Varianza del cronograma (SV)</i> | -16%                              | <u>Rango de -1% a +3%</u>            | La estandarización de la WBS y el control de cambios minimizan la espera. |
| <i>Varianza del costo (CV)</i>      | -9%                               | <u>Rango de -2% a +4%</u>            | La Matriz de adquisiciones reduce compras de emergencia y Reprocesos.     |

*Nota:* proyecciones estimadas por el autor con base en la eliminación de tiempos muertos y sobrecostos por urgencias.

La implementación del plan de gestión propuesto no solo busca la eficiencia técnica, sino el saneamiento financiero de los proyectos de obra civil. Tomando como base el diagnóstico inicial, donde se identificó una pérdida acumulada de \$90.000.000 COP anuales por sobrecostos (varianza de costo), la aplicación de estándares PMBOK y el control digital proyectan una mitigación del 60% de estas ineficiencias en el primer año. Considerando una inversión estimada en capacitación y licencias de software de aproximadamente \$15.000.000 COP, el retorno de inversión (ROI) se calcula de la siguiente manera:

$$ROI = \frac{\text{Ahorro Proyectado} - \text{Inversión}}{\text{Inversión}} \times 100$$

Con un ahorro estimado de \$54.000.000 COP (60% de los sobrecostos actuales), el ROI resultante es del 260%. Esto demuestra que la propuesta es altamente viable para MICOL S.A.,

recuperando la inversión en menos de 6 meses y mejorando el margen de utilidad neta de cada frente de trabajo.

El ahorro proyectado del 60% sobre los sobrecostos actuales (\$54.000.000 COP) se fundamenta en la capacidad de la propuesta para intervenir directamente sobre las causas raíz identificadas en el diagnóstico. Según la literatura de gestión de proyectos (PMI, 2021), la implementación de un sistema de monitoreo y control en tiempo real reduce las variaciones negativas de costo en un rango del 45% al 75% en empresas de infraestructura. En el caso de MICOL S.A., al estandarizar los canales de comunicación y digitalizar el reporte de campo, se eliminan los tiempos muertos por falta de materiales y se reducen los retrabajos técnicos, permitiendo recuperar más de la mitad de la utilidad que antes se perdía por falta de control preventivo.

## **5. Conclusiones**

### **5.1. Conclusiones basadas en el diagnóstico**

El diagnóstico de los puntos cruciales de ineficiencia en el proceso actual de gestión de obras civiles, se ha confirmado en lo siguiente:

#### ***5.1.1 Ineficiencia cuantitativa comprobada:***

Se demostró la presencia de ineficiencia crónica y sistemática en la gestión de obras civiles. La cuantificación del EVMS mostró una desviación negativa media histórica del 16% en la variación del cronograma (SV) (promedio = -160,000,000 COP) y del 9% en la variación de costos (CV) (promedio = -90,000,000 COP). Estos indicadores nos dicen que el régimen de gestión actual es insostenible y requiere una intervención formal.

### **5.1.2 Identificación de las dos causas raíz**

Según el diagnóstico realizado en el OD-001 y la revisión de documentos (RD-001), la ineficiencia se concentra en la ausencia de procesos formales en dos áreas críticas de conocimiento, la gestión de adquisiciones, por la cual 4,8% despachos cruciales por proyecto son una parálisis para las cuadrillas, y la gestión de comunicaciones, desperdiciando "esperas" con aprobaciones de rediseños y cambios rezagados.

### **5.1.3 Justificación del marco PMBOK:**

Esta ausencia de una base consistente también está en línea con la hipótesis de que estas desviaciones crónicas solo pueden abordarse formalizando la gestión del alcance, adquisiciones y comunicaciones, según el marco de la 6ª edición del PMBOK.

## **5.2 Conclusiones basadas en el diseño de la solución**

El Objetivo especial 2, que es el desarrollo del plan del proyecto para la optimización de la gestión de obras civiles (DPPOGOC).

### **5.2.1 Coherencia metodológica:**

DPPOGOC es una implementación sólida porque está estructurada dentro de las guías de la 6ª edición del PMBOK. La formalización se basa en tres entregables principales creados en el capítulo 4:

*Gestión del alcance:* se implementa la estructura de desglose del trabajo (WBS) estándar para ayudar a resolver el problema de la consistencia de (PV) y (EV) para que los paquetes de trabajo puedan medirse objetivamente y ser reportables al mundo exterior.

*Gestión de adquisiciones:* WBS tiene una matriz de adquisiciones que con una regla de activación de tiempo obligatoria de 7 días crea un programa preventivo que anticipa una reducción del 83.3% de la interrupción logística más crítica.

*Gestión de comunicaciones:* el diagrama de flujo de aprobación de rediseño, con la regla de respuesta y escalamiento de 48 horas, aborda directamente el desperdicio de "esperas" y acelera la toma de decisiones en el campo.

### **5.2.2 Viabilidad comprobada**

Se puede esperar que la implementación del DPPOGOC resulte en un programa económicamente viable y operativamente viable. Así elimino los dos principales puntos de ineficiencia, y proyecto una mejora del SV como el indicador de rendimiento de un histórico -16% a -1% hasta +3%, demostrando que el plan cumple su promesa de implementación rápida, sincronización fluida y pago puntual.

### **5.3 Análisis crítico y contraste de hallazgos**

Lo que revelan los datos obtenidos en los diez frentes de obra de Micol S.A. no es simplemente un número negativo; es el reflejo de una cultura operativa que requiere una intervención inmediata. Al encontrar una varianza de cronograma (SV) de -\$160.000.000, queda claro que la "fricción" en campo está consumiendo el 16% del tiempo planeado. Este fenómeno encuentra una explicación lógica en la teoría de Senge (2005) sobre las barreras del aprendizaje organizacional. En nuestra operación, la falta de una visión sistémica hace que un retraso en la logística de materiales se convierta, días después, en un sobre costo de mano de obra que ya no podemos recuperar.

Por otro lado, la desviación de \$90.000.000 en costos (CV) pone sobre la mesa una realidad incómoda: estamos ejecutando obra, pero no estamos controlando el valor que esa obra genera. Al contrastar esto con el Project Management Institute (2021), específicamente en su dominio de desempeño de la medición, se confirma que la ausencia de datos en tiempo real es el "enemigo silencioso" de la rentabilidad en Micol S.A. No es que las cuadrillas no trabajen; es que el sistema actual no permite detectar la ineficiencia hasta que el recurso ya se ha desperdiciado.

La propuesta de implementar un Dashboard y el estándar PMBOK no es entonces un lujo académico, sino una herramienta de supervivencia financiera. Al proyectar una recuperación del 60% de esas pérdidas (unos \$54 millones de pesos anuales), nos alineamos con la filosofía de Lean Construction. No buscamos que la gente trabaje más horas, sino eliminar los "desperdicios" de flujo que hoy castigan nuestro margen neto. En última instancia, esta discusión valida que el problema de Micol S.A. no es de capacidad técnica, sino de madurez en la gestión de la información de sus proyectos.

#### **5.4 Conclusión final**

El propósito general del DPPOGOC eficiencia la gestión de las obras civiles en MICOL S.A. con la ayuda del marco del PMBOK 6ª edición, para asegurar una ejecución adecuada, programación ágil y pago puntual se cumplen. Un diagnóstico de ineficiencia crónica podría moverse en una dirección, hacia un plan de acción formal y viable DPPOGOC que, utilizando el enfoque de la guía del PMBOK 6ª edición, resuelve desviaciones de alcance, logísticas y de comunicación para que el potencial de valor de la investigación dentro de MICOL S.A. esté respaldado.

## 6. Recomendaciones

Se recomiendan las siguientes propuestas operativas y estratégicas, que contribuirán directamente a la actualización, supervisión y vida sostenida del DPPOGOC en MICOL S.A.

### 6.1 Ejecutar proyecto piloto (recomendación estratégica):

*Acción:* iniciar la implementación del DPPOGOC en un proyecto piloto de mediana complejidad antes de su adopción total.

*Objetivo:* un enfoque específico para validar la reducción de SV y CV en un entorno controlado y establecer la nueva línea base de desempeño (TO-BE) frente al nivel histórico (AS-IS) para justificar la inversión en la formalización de procesos.

### 6.2 Automatización de los triggers (recomendación operativa y tecnológica)

*Acción:* integrar el flujograma de 48 horas y la matriz de adquisiciones en el sistema de gestión digital de la empresa (ForMas+ o equivalente).

*Objetivo:* automatizar el conteo de los plazos de 48 horas para replanteos y las alarmas de 7 días para adquisiciones, eliminando la dependencia del control manual y asegurando la disciplina en el cumplimiento de los SLAs internos.

### 6.3 Capacitación y cambio cultural (recomendación humana):

*Acción:* capacitar a construcción, logística y gestión de proyectos en la aplicación adecuada del WBS estándar y medir el valor ganado (EV).

*Objetivo:* estandarizar el lenguaje de gestión en toda la empresa para que el personal utilice el EV como una herramienta proactiva de toma de decisiones, no solo como un informe.

#### **6.4 Comité de control y seguimiento (recomendación de gobierno)**

*Acción:* formalizar el comité de gestión de cambios (CGC) para que el gerente de proyecto obtenga poderes para precisar el diagrama de flujo de replanificación a trabajar dentro de los límites de tiempo establecidos.

*Objetivo:* evitar cualquier presión sobre la disciplina del nuevo proceso para que funcione, ya sean jerarquías informales o no, y asegurar que cualquier respuesta dentro de las 48 horas se convierta en una prioridad estratégica para la empresa.

#### **6.5 Ciclo de mejora continua (recomendación de sostenibilidad)**

*Acción:* auditorías trimestrales para capturar lecciones aprendidas de proyectos relevantes utilizando el DPPOGOC.

*Objetivo:* utilizar la información obtenida para ajustar los tiempos de entrega de materiales y las reglas del diagrama de flujo, asegurando que el DPPOGOC se transforme de un documento estático a un sistema de gestión vivo y adaptable que garantice optimización y ventaja competitiva.

### Referencias

- Alarcón, L. F., Diethelm, S., Rojo, O., y Calderón, R. (2008). Assessing the impacts of implementing lean construction. *Revista Ingeniería de Construcción*, 23(1), 26-33. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732008000100003>
- Ballard, G. (2000). *The Last Planner System of Production Control* [Tesis doctoral, School of Civil Engineering]. University of Birmingham. <https://etheses.bham.ac.uk/4789/>
- Bron Fonseca, B., Matamoros Benítez, L. C., Hernández Oliva, Á. M., y Mar Cornelio, O. (2019). La estructura de desglose del trabajo como mecanismo viable para la generación de proyectos exitosos. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 12(5), 63-75. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8590151.pdf>
- Choo, H. J., y Tommelein, I. D. (1999). Last Planner System: Implementation and Monitoring. *Proceedings of the 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-7)*, 117-128. <https://iglcstorage.blob.core.windows.net/papers/attachment-6d58b54d-5f3f-402c-b7d0-03fd011150.pdf>
- Caballero, S., Zambrano, B., y Ponce, E. (2018). *Estado actual de la aplicación de la metodología Lean Construction en la gestión de proyectos de construcción en Colombia*. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7528666.pdf>
- David, F. R. (2013). *Conceptos de administración estratégica* (14.ª ed.). Pearson Educación. <https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25139w/conceptos-de-administracion-estrategica.pdf>
- Deming, W. E. (1986). *Out of the crisis*. Massachusetts Institute of Technology. <https://cdn.bookey.app/files/pdf/book/en/out-of-the-crises.pdf>

- Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., y Reijers, H. A. (2018). *Fundamentals of business process management*. (2.ªed.). Springer. [https://www.arataumodular.com/app/wp-content/uploads/2020/12/e-book\\_FundamentalsOfBusinessProcessM.pdf](https://www.arataumodular.com/app/wp-content/uploads/2020/12/e-book_FundamentalsOfBusinessProcessM.pdf)
- Forbes, L. H., y Ahmed, S. M. (2011). *Modern construction: Lean project delivery and integrated practices*. CRC Press. <http://microbe-erasmus.vilniustech.lt/wp-content/uploads/2023/04/Modern-Construction-Management-MOOC-module-TalTech.pdf>
- Freeman, R. E. (2010). *Strategic management: A stakeholder approach*. Cambridge University Press. <http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/38249/1/155.Maria%20BonnaFous-Boucher.pdf>
- Fundación Laboral de la Construcción. (2020). Lean Construction. Fundación Laboral de la Construcción. <https://www.fundacionlaboral.org/actualidad/noticias/los-6-principios-del-lean-construction>
- García, P. y Valero, J. (2019). *Cómo optimizar el proceso constructivo*. Cámara Argentina de la Construcción. [https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/15655/como-optimizar-el-proceso-constructivo.pdf](https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/15655/como-optimizar-el-proceso-constructivo.pdf)
- Harrington, H. J. (1991). *Business process improvement: The breakthrough strategy for total quality, productivity, and competitiveness*. McGraw-Hill. [https://cdn.chools.in/LEAN\\_PDF/Business-Process-Improvement,Dr.%20H.%20J.%20Harrington.pdf](https://cdn.chools.in/LEAN_PDF/Business-Process-Improvement,Dr.%20H.%20J.%20Harrington.pdf)
- Howell, G. A. (1999). What is lean construction. *Proceedings of the 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-7)*, 1-10.

<https://leanconstruction.org.uk/wp-content/uploads/2018/09/Howell-1999-What-Is-Lean-Construction-1999.pdf>

Kaplan, R. S., y Norton, D. P. (1996). *The balanced scorecard: Translating strategy into action*. Harvard Business School Press.  
<https://www.ucipfg.com/biblioteca/files/original/3a008b9baccdc2292c2ad324a02a8c28.pdf>

Kerzner, H. (2017). *Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling* (12.ª ed.). John Wiley & Sons. <https://pdfcoffee.com/kerzner-h-project-management-a-systems-approach-to-planning-3-pdf-free.html>

Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction* (Technical Report No. 72). Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University.  
<https://stacks.stanford.edu/file/druid:kh328xt3298/TR072.pdf>

Koskela, L. (2000). *An exploration into a production theory and its application to construction* [Tesis doctoral, VTT Technical Research Centre of Finland].  
[http://www.gpsustentavel.ufba.br/downloads/lean\\_construction\\_koskela\\_P408.pdf](http://www.gpsustentavel.ufba.br/downloads/lean_construction_koskela_P408.pdf)

MICOL S.A. (2025). *Montajes de Ingeniería de Colombia: Servicios y Experiencia en Obras civiles* <https://www.micol.com.co/>

Mintzberg, H. (1994). *The rise and fall of strategic planning*. Free Press.  
<https://archive.org/details/risefallofstrate0000mint>

Oberlender, G. D. (2014). *Project management for engineering and construction* (3.ª ed.). McGraw-Hill Education. [https://tusharhsonawane.files.wordpress.com/2016/12/693ef-project\\_management\\_for\\_engineers\\_and\\_construction-mabroke-blogspot-com.pdf](https://tusharhsonawane.files.wordpress.com/2016/12/693ef-project_management_for_engineers_and_construction-mabroke-blogspot-com.pdf)

Ohno, T. (1988). *Toyota production system: Beyond large-scale production*. Productivity Press.

<https://www.almendron.com/tribuna/wp-content/uploads/2021/12/toyota-production-system-beyond-large-scale-production.pdf>

Porter, M. E. (1985). *Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance*. Free Press. <https://archive.org/details/competitiveadvan0000port>

Project Management Institute. (2017). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)* (6.ª ed.). Project Management Institute, Inc.

Project Management Institute. (2021). *Pulse of the Profession 2021: Beyond Agility*. Project Management Institute

Provost, F., y Fawcett, T. (2013). *Data science for business: What you need to know about data mining and data-analytic thinking*. O'Reilly Media. [https://usantotomas.primo.exlibrisgroup.com/permalink/57USTA\\_INST/1m9p830/alma991001550959706341](https://usantotomas.primo.exlibrisgroup.com/permalink/57USTA_INST/1m9p830/alma991001550959706341)

Rushton, A., Croucher, P., y Baker, P. (2017). *The handbook of logistics and distribution management* (6.ªed.). Kogan Page. [https://www.google.com/search?q=https://usantotomas.primo.exlibrisgroup.com/permalink/57USTA\\_INST/1m9p830/alma991001550059706341](https://www.google.com/search?q=https://usantotomas.primo.exlibrisgroup.com/permalink/57USTA_INST/1m9p830/alma991001550059706341)

Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83-98. <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>

Schwaber, K., y Sutherland, J. (2020). *La Guía de Scrum: Las Reglas del Juego*. <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-Spanish-Latin-South-American.pdf>

Senge, P. M. (2006). *The fifth discipline: The art and practice of the learning organization*.

Doubleday. <https://rionegro.gov.ar/download/archivos/00002739.pdf>

Womack, J. P., y Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Elimine el despilfarro y aproveche al máximo*

*su empresa.* Gestión 2000.

[https://biblioteca.escuelaisam.edu.pe/assets/uploads/libro\\_689e7f5eb8f8b.pdf](https://biblioteca.escuelaisam.edu.pe/assets/uploads/libro_689e7f5eb8f8b.pdf)

## Apéndices

**Apéndice A.** *Guía de Entrevista Semiestructurada*

**Apéndice B.** *Plantilla para Revisión de Documentos y Registros*

**Apéndice C.** *Formato de Observación Directa y Lista de Verificación de Proceso*

**Apéndice D.** *Registro fotográfico, programación ID'S*

**Apéndice E.** *Registro fotográfico, creación ID'S mediante aplicativo MOAP*

**Apéndice F.** *Registro fotográfico, acompañamiento proceso factura y programación*

**Apéndice G.** *Registro fotográfico, diligenciamiento plantillas de encuestas*

**Apéndice H.** *Registro fotográfico, socialización procesos Internos y compras MICOL S.A*

**Apéndice I.** *Informe generado a partir de la conexión y creación de levantamiento y ejecución con los aplicativos Form+ y MOAP Internos MICOL S.A enviado a facturación del cliente*

**Apéndice J.** *Análisis de presupuesto , Internos MICOL S.A enviado a cliente;***Error! Marcador no definido.**

**Apéndice K.** *Entrevistas aplicadas , Internal MICOL S.A .*

Los apéndices o notas como tal, véanse en fuente externa.