PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TITULACIÓN

TEMA: GESTIÓN DEL CRONOGRAMA DEL PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN DE VÍAS RURALES ALEDAÑAS AL AEROPUERTO DE QUITO CON RAP DE ACUERDO CON LA METODOLOGÍA DEL PMI Y USO DEL PROGRAMA POWER BI

AUTOR:

RIVERA GARCÍA MARLON ENRIQUE

QUITO DM, JUNIO DE 2024

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. CAPÍTULO I: GENERALIDADES 8

1.1 INTRODUCCIÓN 8

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 9

1.3 JUSTIFICACIÓN 10

1.4 HIPÓTESIS 11

1.5 ALCANCE 11

1.6 OBJETIVOS 12

1.6.1 Objetivo General 12

1.6.2 Objetivos Específicos 12

2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO 12

2.1 INVESTIGACIONES RELACIONADAS CON EL TEMA 12

2.1.1 Nacionales 12

2.1.2 Internacionales 13

2.2 PROYECTO 14

2.2.1 Definición de Proyecto 14

2.2.2 Metodología PMI 14

2.2.3 PMBOK 15

2.2.4 Ciclo de Vida de un Proyecto 15

2.2.5 Fase del Proyecto 16

2.2.6 Procesos de la Dirección de Proyectos 17

2.2.7 Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos 17

2.3 INDICADORES DE RENDIMIENTO KPI 20
2.3.1 Definición de KPI 20
2.4 GESTIÓN DEL CRONOGRAMA DE UN PROYECTO 21
2.4.1 Planificar la Gestión del Cronograma 21
2.4.2 Definir las Actividades 21
2.4.3 Secuenciar las Actividades 21
2.4.4 Estimar la Duración de las Actividades 21
2.4.5 Desarrollar el Cronograma 22
2.4.6 Controlar el Cronograma 22
2.5 INTELIGENCIA DE NEGOCIOS 22
2.6 POWER BI 22
2.7 DASHBOARDS 23
2.7.1 Características de un Dashboard 23
3. CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO 24
3.1 DISEÑO Y TIPO DE INVESTIGACIÓN 24
3.1.1 Diseño de Investigación 24
3.2 CRITERIOS SMART 25
4. CAPÍTULO IV: DESARROLLO DEL TRABAJO 27
4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO: 27
4.2 ALCANCE 28
4.3 COSTOS DIRECTOS 29
4.3.1 Composición de Costos del Proyecto 29

4.4 COSTOS INDIRECTOS 30
4.5 CRONOGRAMA DEL PROYECTO 31
4.6 IDENTIFICACIÓN DE POSIBLES RIESGOS QUE PROVOCAN RETRASO EN EL CRONOGRAMA DEL PROYECTO SIN LA UTILIZACIÓN DE UN DASHBOARD. 33
4.7 MANUAL DE USUARIO DEL DASHBOARD PARA GESTIÓN DE PROYECTOS 35
4.7.1 Porcentaje de Avance Programado y Real del Proyecto 36
4.7.2 Costo Planificado y Real del Proyecto 38
4.7.3 Cálculo de los Indicadores de Desempeño 43
4.8 IMPLEMENTACIÓN DE POWER BI EN EL PROYECTO 45
4.8.1 Curva S del Porcentaje de Avance Planificado con el Porcentaje Avance Real 46
4.8.2 Gráfica de Columnas Agrupadas del Costo Planificado y el Costo Real 48
4.8.3 Implementación de Indicadores de Rendimiento KPI 50
4.8.4 Presentación del Dashboard 51
5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 54
5.1 CONCLUSIONES 54
5.2 RECOMENDACIONES 55
6. BIBLIOGRAFÍA 57
7. ANEXOS 59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Presupuesto Final del Proyecto de Pavimentación con RAP 29
Tabla 2 Porcentaje de Avance Planificado 37

Tabla 3 Flujo de Caja del Proyecto en Excel.....40

Tabla 4 Costo Planificado del Proyecto.....41

Tabla 5 Porcentajes de Avances y Costos del Proyecto 42

Tabla 6 Cálculo de Indicadores de Desempeño KPI del Proyecto 44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Interrelación entre los Componentes Clave de los Proyectos.....16

Figura 2 Proceso de Ejemplo: Entradas, herramientas y salidas.....17

Figura 4 Ejemplo de Dashboard de Gestión de Proyectos 24

Figura 5 Características de los Objetivos SMART 25

Figura 6 Ubicación de Vía pavimentada con RAP en Pujilí 28

Figura 7 Cronograma Final del Proyecto de Pavimentación con RAP 33

Figura 8 Proceso de Planificación del Dashboard.....36

Figura 9 Creación de Informe de Flujo de Caja 39

Figura 10 Creación de la Curva S para analizar el Avance del Proyecto en Power BI.....47

Figura 11 Cuadro de Barras Comparativo de Costos del Proyecto 49

Figura 12 Indicadores de Desempeño KPI para análisis del Proyecto.....51

Figura 13 Presentación Final del Dashboard del Proyecto de Pavimentación 53

RESUMEN

El presente trabajo de titulación presenta la gestión del cronograma de un proyecto de pavimentación de vías rurales aledañas al Aeropuerto de Quito, utilizando Pavimento Asfáltico Reciclado (RAP) y polvo de llanta de avión, bajo la metodología del PMBOK 7.0 y la herramienta de visualización Power BI. El objetivo central es optimizar la planificación, seguimiento y control del cronograma para cumplir con los plazos establecidos de manera eficiente y efectiva. A través de un diseño de investigación cuantitativo y no experimental, se evalúan los indicadores de desempeño clave (KPIs) como el Índice de Desempeño del Costo (CPI) y el Índice de Desempeño del Cronograma (SPI), fundamentales para la gestión efectiva del proyecto.

Los resultados destacan la efectividad de la integración de metodologías de gestión de proyectos y tecnologías de información para mejorar la gestión de cronogramas. El uso de Power BI, en particular, facilitó la visualización en tiempo real del progreso del proyecto, permitiendo ajustes proactivos. Este estudio contribuye a la literatura existente al proporcionar evidencia empírica del valor de combinar prácticas de gestión de proyectos reconocidas con soluciones tecnológicas avanzadas en el contexto de la infraestructura vial rural. Las conclusiones enfatizan la necesidad de adoptar enfoques holísticos en la gestión de proyectos de pavimentación para asegurar la entrega a tiempo, dentro del presupuesto y con estándares de calidad elevados.

ABSTRACT

This graduation project presents the schedule management of a paving project for rural roads adjacent to the Quito Airport, using Recycled Asphalt Pavement (RAP) and aircraft tire dust, under the PMBOK 7.0 methodology and the Power BI visualization tool. The main objective is to optimize the planning, monitoring, and control of the schedule to meet the established deadlines efficiently and effectively. Through a quantitative and non-experimental research design, key performance indicators (KPIs) such as the Cost Performance Index (CPI) and the Schedule Performance Index (SPI) are evaluated, which are essential for effective project management.

The results highlight the effectiveness of integrating project management methodologies and information technologies to improve schedule management. The use of Power BI, in particular, facilitated real-time visualization of project progress, allowing for proactive adjustments. This study contributes to the existing literature by providing empirical evidence of the value of combining recognized project management practices with advanced technological solutions in the context of rural road infrastructure. The conclusions emphasize the need to adopt holistic approaches in paving project management to ensure timely delivery, within budget, and with high-quality standards.

1. CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1 Introducción

El progreso económico y social de una nación depende de su infraestructura vial. La pavimentación de carreteras rurales en Ecuador es una prioridad porque una gran cantidad de estas carreteras están en mal estado o no están pavimentadas, lo que dificulta la conectividad, el transporte de productos agrícolas y el acceso a servicios básicos para las comunidades aledañas.

La pavimentación de carreteras rurales cercanas al Aeropuerto de Quito es una oportunidad para mejorar la calidad de vida de los residentes de la zona y de esta manera apoyar el desarrollo de esta. Sin embargo, la ejecución exitosa de este tipo de proyectos requiere una gestión eficiente del cronograma, ya que los retrasos y desviaciones en los plazos pueden generar sobrecostos significativos, así como efectos negativos en la comunidad y el medio ambiente.

Por lo tanto, la investigación actual se centra en la aplicación de la metodología del PMI, específicamente en el área de conocimiento de la Gestión del Cronograma. El objetivo de esta investigación es optimizar la planificación, el seguimiento y el control de las actividades, además de los tiempos necesarios para completar un proyecto de pavimentación. También se implementará una solución de análisis de datos en Power BI que permita visualizar el avance real del cronograma de manera dinámica, detectar desviaciones y tomar decisiones oportunas para corregir posibles retrasos.

Este proyecto, que tiene un impacto significativo en el desarrollo vial de la región, busca maximizar la eficiencia en la gestión del cronograma, cumplir con los plazos establecidos y

optimizar el uso de los recursos disponibles mediante la combinación de la metodología PMI con herramientas de vanguardia como Power BI.

1.2 Planteamiento del Problema

La metodología del PMI establece buenas prácticas reconocidas mundialmente para la gestión de proyectos, dentro del área de conocimiento de Gestión de Cronograma la metodología PMI proporciona pautas esenciales para planificar, desarrollar, gestionar, monitorear y controlar el cronograma de un proyecto. Esto incluye la definición de las actividades, su secuencia, estimación de recursos y duración, así como el desarrollo del cronograma, el monitoreo y el control del avance. Los profesionales pueden garantizar que los proyectos se ejecuten de forma oportuna y dentro de los plazos establecidos, optimizando el uso de los recursos disponibles siguiendo los procesos, herramientas y técnicas recomendados, como el método de ruta crítica, nivelación de recursos, análisis de datos, sistema de información para la dirección de proyectos, entre otros.

El desarrollo del Ecuador depende en gran medida de la infraestructura vial, especialmente en las zonas rurales donde la falta de acceso a vías pavimentadas limita el desarrollo económico y social. Según un informe del Banco de Desarrollo de América Latina (2023), “el 64% de las vías rurales en Ecuador no están pavimentadas’’ (p. 12). Esta situación dificulta el transporte de productos agrícolas, el acceso a servicios básicos y la generación de oportunidades económicas.

La gestión del cronograma es crucial para el éxito de cualquier proyecto de construcción. Sin embargo, proyectos similares han experimentado retrasos considerables, lo que genera costos adicionales y afecta el cumplimiento de los objetivos. Estas deficiencias se atribuyen a la falta de

planificación, seguimiento y control en el proyecto. Las consecuencias de estas deficiencias son graves e incluyen; pérdidas económicas para el estado, afectación a la población y deterioro del medio ambiente.

Por lo tanto, la presente investigación busca ofrecer una solución viable mediante la aplicación de la metodología del PMI y el uso de herramientas de análisis de datos como el software Power BI, con el fin de optimizar la gestión del cronograma en proyectos de pavimentación, maximizando la eficiencia, cumpliendo los plazos establecidos, mitigando los impactos negativos asociados a los retrasos en este tipo de obras de gran relevancia para el desarrollo vial del país.

1.3 Justificación

Las vías rurales son la columna vertebral del desarrollo rural, por lo cual la pavimentación de vías rurales es un factor determinante para el desarrollo económico y social de un país. En Ecuador, la falta de acceso a vías rurales en buen estado limita la conectividad, dificultando el transporte de productos agrícolas, el acceso a servicios básicos como educación, salud y la generación de oportunidades económicas.

La gestión eficaz del cronograma en los proyectos de pavimentación rural es esencial en la actualidad para optimizar los recursos y garantizar la calidad del trabajo. Como resultado, la metodología del Project Management Institute (PMI) en su guía PMBOK 6.0 y 7.0 proporcionan un marco de referencia completo para la gestión de proyectos, que incluye la planificación, el control y la medición del desempeño.

Es importante mencionar que las herramientas tecnológicas como Power BI facilitan la visualización, el análisis y la interpretación de datos, lo que permite un seguimiento más preciso del progreso de los proyectos y la identificación de mejoras continuas en las distintas etapas del proyecto.

1.4 Hipótesis

La aplicación de la metodología del PMI en sus guías PMBOK 7.0 para la gestión del cronograma, junto con el uso del software Power BI para el análisis y visualización del progreso del cronograma, son herramientas que permitirán que el proyecto de pavimentación de vías rurales aledañas al aeropuerto de Quito se ejecute de manera eficiente, cumpliendo con los plazos establecidos y optimizando el uso de los recursos disponibles.

1.5 Alcance

El alcance de este proyecto consiste en la aplicación de la metodología PMI en el área de conocimiento de la Gestión del Cronograma, utilizando las guías PMBOK 6.0 y 7.0, además de la implementación de un dashboard en Power BI para visualizar, analizar y reportar de manera efectiva los datos e indicadores de desempeño relacionados con la gestión del cronograma del proyecto de pavimentación con RAP y polvo de llanta de avión en vías rurales aledañas al Aeropuerto de Quito.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 *Objetivo General*

- Aplicar la gestión del cronograma según la metodología PMI basada en su guía PMBOK 7.0 al proyecto de pavimentación con RAP y polvo de llanta de avión en vías rurales aledañas al Aeropuerto de Quito e implementar un dashboard en Power BI para la planificación, monitoreo y control, con el fin de optimizar la gestión del cronograma y cumplir con los plazos establecidos de manera eficiente.

1.6.2 *Objetivos Específicos*

- Realizar un análisis del proyecto en base a los conceptos de la gestión de cronograma con la metodología del PMI.
- Desarrollar una gestión de cronograma eficiente de acuerdo con las directrices de la metodología del PMI.
- Implementar un dashboard en Power BI para realizar análisis y visualización de progresos en el cronograma mediante reportes visuales.

2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Investigaciones Relacionadas con el Tema

2.1.1 *Nacionales*

En las principales universidades de Ecuador que ofrecen la carrera de ingeniería civil, existen líneas de investigación dedicadas al estudio y mejoramiento de la gestión de proyectos de construcción. En particular, se concentran en desarrollar herramientas y metodologías para

mejorar el control y seguimiento de indicadores clave, como los presupuestos y los plazos de ejecución.

- "Desarrollo de un dashboard mediante el uso de Power BI para disminuir el riesgo de retraso en el cronograma durante la etapa de control y monitoreo. Aplicado al proyecto: estudios y diseños para pavimentar base de operaciones" (Moscoso, 2023) de la Universidad Católica del Ecuador tuvo como objetivo la implementación del programa Power BI con la creación de un dashboard para mejorar la eficiencia de la gestión de cronograma de un proyecto.

2.1.2 Internacionales

En las universidades líderes a nivel mundial que ofrecen programas en ingeniería civil, existen líneas de investigación que se enfocan en el estudio y mejoramiento de la gestión de proyectos de construcción. Específicamente, estas instituciones se dedican a desarrollar y perfeccionar herramientas y metodologías diseñadas para optimizar el control y seguimiento de áreas claves como presupuestos, cronograma, entre otras gestiones, adaptándose así a las dinámicas y exigencias del sector.

- "GESTIÓN DEL CRONOGRAMA PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS PLAZOS OTORGADOS EN LA CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA CENTRAL, CHOSICA AÑO-2019" (Wilber y Alfonso, 2019) de la Universidad Ricardo Palma de Perú tuvo como objetivo aplicar la gestión del cronograma usando los lineamientos del PMBOK, para cumplir con los plazos otorgados en la conservación de la carretera central.

2.2 Proyecto

2.2.1 *Definición de Proyecto*

El objetivo principal de un proyecto es generar valor para una organización o una empresa, de acuerdo con el PMBOK (2017) “un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único” (p. 4).

También podemos definir un proyecto como cualquier actividad destinada a satisfacer las necesidades humanas. Hay restricciones que establecen límites a los proyectos, los más importantes de los cuales son los costos, los recursos disponibles, el tiempo de ejecución, la calidad, la rentabilidad y el alcance.

2.2.2 Metodología PMI

El Project Management Institute (PMI) ofrece una metodología sistemática para la gestión de proyectos que facilita la administración de los procesos de un proyecto desde su inicio hasta su conclusión. Esta metodología no solo permite aplicar conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para cumplir con los requisitos específicos del proyecto, sino que también se ha consolidado como un estándar profesional, dirigido por el PMI, una organización sin fines de lucro.

Aunque la gestión de proyectos se ha practicado de manera informal durante muchos años, fue a mediados del siglo XX cuando comenzó a establecerse como una profesión reconocida, gracias a los esfuerzos del PMI por estandarizar sus prácticas a nivel global.

2.2.3 PMBOK

El Project Management Body of Knowledge (PMBOK) es una guía elaborada por el Project Management Institute (PMI), que compila un conjunto de prácticas, terminologías, directrices y convenciones reconocidas como estándares en la disciplina de la gestión de proyectos. Esta guía es utilizada internacionalmente como un marco de referencia para la dirección de proyectos, ofreciendo metodologías y procesos que ayudan a los profesionales a gestionar proyectos de manera efectiva y eficiente.

La guía PMBOK abarca diez áreas de conocimiento cruciales para la gestión de proyectos: Integración, Alcance, Cronograma, Costos, Calidad, Recursos, Comunicaciones, Riesgos, Adquisiciones e Interesados. Cada área se detalla en términos de procesos, prácticas, entradas, salidas, herramientas y técnicas.

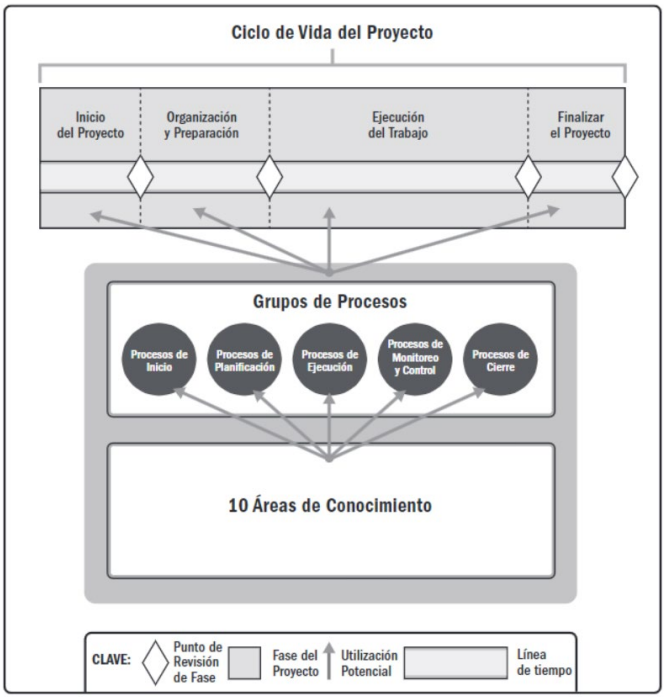
La versión más reciente, PMBOK 7.0, introduce un enfoque más flexible y centrado en principios, adaptándose mejor a la diversidad y complejidad de los proyectos actuales. Hace hincapié en la entrega de valor y la adaptabilidad, resaltando la importancia de los resultados sobre los procesos rígidos.

2.2.4 Ciclo de Vida de un Proyecto

Todo proyecto tiene un inicio y un fin, de acuerdo con el PMBOK (2017) “el ciclo de vida de un proyecto es la serie de fases que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su conclusión. Proporciona el marco de referencia básico para dirigir el proyecto. Este marco de referencia básico se aplica independientemente del trabajo específico del proyecto involucrado” (p. 19).

Figura 1

Interrelación entre los Componentes Clave de los Proyectos



Fuente: (PMBOK, 2017, p. 18)

2.2.5 Fase del Proyecto

De acuerdo con el PMBOK "una fase de un proyecto es el conjunto de actividades del proyecto, relacionadas de manera lógica, que culmina con la finalización de uno o más entregables" (p. 20).

Es importante mencionar que los proyectos pueden dividirse en diferentes fases, estas fases tienen nombres generales que indique el tipo de trabajo que se realizará en esa fase.

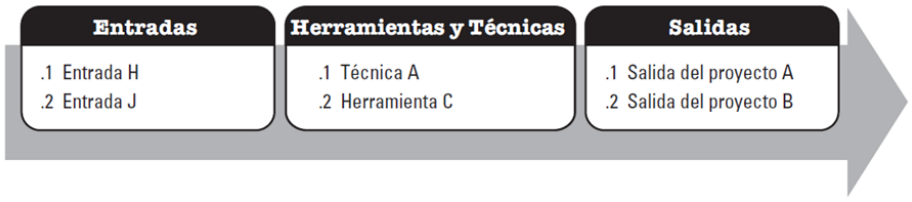
2.2.6 Procesos de la Dirección de Proyectos

Todos los proyectos tienen procesos que los encaminan al éxito, de acuerdo con el PMBOK (2017) “el ciclo de vida del proyecto se gestiona mediante la ejecución de una serie de actividades de dirección del proyecto conocidas como procesos de la dirección de proyectos” (p.22). Los procesos contienen actividades que se superponen que a la vez tienen un lugar a lo largo del proyecto, en general se tiene como resultado:

- Entrada a otro proceso
- Un entregable del proyecto o fase

Figura 2

Proceso de Ejemplo: Entradas, herramientas y salidas



Fuente: (PMBOK, 2017, p. 22)

2.2.7 Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos

Los procesos de un proyecto se dividen en categorías por Áreas de Conocimiento, de acuerdo con el PMBOK (2017) “un área de conocimiento es un área identificada de la dirección de proyectos definida por sus requisitos de conocimientos y que se describe en términos de los procesos, prácticas, entradas, salidas, herramientas y técnicas que la componen” (p. 23).

Las diez áreas de conocimiento descritas en el PMBOK (2017) son:

- Gestión de la Integración del Proyecto: El PMBOK (2017) indica que esta gestión "incluye los procedimientos y tareas necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de gestión del proyecto dentro de los Grupos de Procesos de Gestión del Proyecto" (p.23).

- Gestión del Alcance del Proyecto: El PMBOK (2017) indica que esta gestión "incluye los procedimientos necesarios para asegurarse de que el proyecto incluya todo el trabajo necesario y solo el trabajo necesario para completarlo con éxito" (p.23).

- Gestión del Cronograma del Proyecto: El PMBOK (2017) indica que esta gestión "incluye los procedimientos necesarios para administrar el proyecto y terminarlo a tiempo" (p.24).

- Gestión de los Costos del Proyecto: El PMBOK (2017) indica que esta gestión "incluye todas las etapas necesarias para planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, administrar y controlar los costos para garantizar que el presupuesto del proyecto se cumpla" (p.24).

- Gestión de la Calidad del Proyecto: El PMBOK (2017) indica que esta gestión "incluye los procedimientos para incorporar la política de calidad de la organización en cuanto a la planificación, gestión y control de los requisitos de

calidad del proyecto y del producto, a fin de satisfacer las expectativas de los interesados" (p.24).

- Gestión de los Recursos del Proyecto: El PMBOK (2017) indica que esta gestión "incluye los procedimientos para encontrar, obtener y administrar los recursos necesarios para completar el proyecto de manera exitosa" (p.24).

- Gestión de las Comunicaciones del Proyecto: El PMBOK (2017) indica que esta gestión "incluye los procedimientos necesarios para asegurarse de que la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y disposición final de la información del proyecto se lleven a cabo de manera oportuna y adecuada" (p.24).

- Gestión de los Riesgos del Proyecto: El PMBOK (2017) indica que esta gestión "incluye la planificación de la gestión, la identificación, el análisis, la planificación de la respuesta, la implementación de la respuesta y el monitoreo de los riesgos de un proyecto" (p.24).

- Gestión de Adquisiciones del Proyecto: El PMBOK (2017) indica que esta gestión "incluye los procedimientos que se requieren para comprar o adquirir bienes, servicios o resultados que no pertenecen al equipo del proyecto" (p.24).

- Gestión de los Interesados del Proyecto: El PMBOK (2017) indica que esta gestión "incluye los procedimientos necesarios para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectadas por el proyecto, para analizar las expectativas de los interesados y su impacto en el proyecto y para

desarrollar estrategias de gestión adecuadas para lograr la participación efectiva de los interesados en el proceso de toma de decisiones y ejecución del proyecto" (p.24).

2.3 Indicadores de rendimiento KPI

2.3.1 Definición de KPI

KPI es la sigla de "Key Performance Indicator", que se traduce como Indicador Clave de Desempeño. Estos indicadores son herramientas fundamentales utilizadas para medir y evaluar el progreso hacia los objetivos establecidos en un proyecto. En esencia, los KPI permiten analizar la efectividad y el éxito en la ejecución de un proyecto.

Es importante mencionar que los KPI no son escogidos al azar, estos tienen una serie de características que deberían cumplirse:

- Relevantes
- Medibles
- Únicas
- Orientadas a acción
- Basada en datos
- Actualizadas
- Comunicadas apropiadamente

2.4 Gestión del Cronograma de un Proyecto

De acuerdo con el PMBOK (2017) “la gestión del cronograma del proyecto incluye los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto a tiempo” (p.173). Los procesos de gestión de cronograma del proyecto son:

2.4.1 Planificar la Gestión del Cronograma

De acuerdo con el PMBOK (2017) este “es el proceso de establecer las políticas, los procedimientos y la documentación para planificar, desarrollar, gestionar, ejecutar y controlar el cronograma del proyecto” (p.173).

2.4.2 Definir las Actividades

De acuerdo con el PMBOK (2017) este “es el proceso de identificar y documentar las acciones específicas que se deben realizar para elaborar los entregables del proyecto” (p.173).

2.4.3 Secuenciar las Actividades

De acuerdo con el PMBOK (2017) este “es el proceso de identificar y documentar las relaciones entre las actividades del proyecto” (p.173).

2.4.4 Estimar la Duración de las Actividades

De acuerdo con el PMBOK (2017) este “es el proceso de realizar una estimación de la cantidad de períodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados” (p.173).

2.4.5 Desarrollar el Cronograma

De acuerdo con el PMBOK (2017) este "es el proceso de analizar secuencias de actividades, duraciones, requisitos de recursos y restricciones del cronograma para crear el modelo del cronograma del proyecto para la ejecución, el monitoreo y el control del proyecto" (p.173).

2.4.6 Controlar el Cronograma

De acuerdo con el PMBOK (2017) este "es el proceso de monitorear el estado del proyecto para actualizar el cronograma del proyecto y gestionar cambios a la línea base del cronograma" (p.173).

2.5 Inteligencia de Negocios

Inteligencia de Negocios o conocido en sus siglas en inglés como BI, es definido por GAD SOFTWARE (2024) como "un conjunto de procesos, aplicaciones y tecnologías que permiten a las empresas recopilar, organizar, analizar y transformar datos en información significativa para la toma de decisiones estratégicas".

2.6 Power Bi

Es una herramienta que combina varios servicios, aplicaciones y conectores para transformar datos sin conexión en información clara, interactiva y visualmente atractiva. Los datos pueden provenir de una hoja de cálculo de Excel o de diferentes bases de datos locales y en la nube. Power BI facilita la conexión a estos datos, permite visualizarlos, descubrir información importante y compartir los resultados con otros usuarios fácilmente.

2.7 Dashboards

Un dashboard es un cuadro de visualización para realizar el análisis de un proyecto, de acuerdo con Ortiz (2023):

> Un dashboard es una herramienta de gestión de la información que monitoriza, analiza y muestra de manera visual los indicadores clave de desempeño (KPI), métricas y datos fundamentales para hacer un seguimiento del estado de una empresa, un departamento, una campaña o un proceso específico.

2.7.1 Características de un Dashboard

Un dashboard es un cuadro de resumen de un proyecto para las diferentes gestiones de este, se recopilan datos de diferentes fuentes en un cuadro para su visualización, los dashboards tienen características como:

- Personalizable
- Visual
- Práctico
- Interactivo

Figura 3

Ejemplo de Dashboard de Gestión de Proyectos



Fuente: (Microsoft, 2024)

3. CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Diseño y Tipo de Investigación

3.1.1 Diseño de Investigación

El diseño aplicado a este proyecto de titulación es cuantitativo no experimental y de diseño transversal, un diseño cuantitativo se refiere a un enfoque de investigación que se basa en la recolección, análisis de datos numéricos y estadísticos. Este tipo de diseño busca cuantificar y medir variables para obtener resultados objetivos y confiables. En este proyecto, se trabajará con indicadores clave de desempeño KPI relacionados con el cronograma, los cuales son datos numéricos y medibles, por lo que se ajusta a un diseño cuantitativo.

Un diseño no experimental implica que no se manipularán intencionalmente las variables del estudio. En lugar de eso, se observarán y analizarán los fenómenos o situaciones tal como ocurren en su entorno natural, sin intervenir o alterar las condiciones.

Un diseño transversal significa que la recolección de datos se realizará en un momento específico o período de tiempo determinado, en lugar de hacerse de manera longitudinal a lo largo de un período prolongado.

3.2 Criterios SMART

Según Pursell (2024) los criterios Smart son "los puntos que determinan las prioridades de una empresa y propician su crecimiento y éxito. Además, permiten medir los resultados de su trabajo, por tanto, orientarlo. Estos criterios son específicos, medibles, alcanzables, relevantes y en tiempo".

Figura 4

Características de los Objetivos SMART



Fuente: (Pursell, 2024)

Los criterios SMART se utilizarán para definir los indicadores clave de desempeño, por lo que se eligieron dos indicadores importantes que son el Índice de desempeño de hoja de ruta SPI y el Índice de desempeño de costos CPI, estos indicadores ayudan a los gerentes de proyectos a decidir si el proyecto está dentro del presupuesto y el cronograma, estos índices se calculan de la siguiente manera:

$$SPI = \frac{Avance\ Real}{Avance\ Planificado}$$

Donde:

$SPI = 1\ El\ proyecto\ está\ de\ acuerdo\ con\ el\ cronograma$

$SPI > 1\ El\ proyecto\ está\ adelantado$

$SPI < 1\ El\ proyecto\ está\ retrasado$

$$CPI = \frac{Costo\ Planificado}{Costo\ Real}$$

Donde:

$CPI = 1\ El\ proyecto\ está\ dentro\ del\ presupuesto$

$CPI > 1\ El\ proyecto\ está\ debajo\ del\ presupuesto$

$CPI < 1\ El\ proyecto\ está\ sobrepasando\ el\ presupuesto$

4. CAPÍTULO IV: DESARROLLO DEL TRABAJO

4.1 Descripción del Proyecto:

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN DE VÍAS RURALES ALEDAÑAS AL AEROPUERTO DE QUITO CON PAVIMENTO RECICLADO

El presente proyecto tiene como objetivo mejorar la calidad de las vías aledañas que conducen al Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre de Quito, mediante la pavimentación con un material innovador y sostenible denominado RAP (Pavimento Asfáltico Reciclado).

El RAP es un material resultante del fresado o trituración de pavimentos asfálticos existentes en las pistas del aeropuerto, la empresa del aeropuerto es la encargada de almacenar este material para futuros usos. Esta práctica no solo contribuye a la conservación del medio ambiente, sino que también disminuye los costos de construcción al aprovechar materiales ya procesados en el mejoramiento de vías lastradas.

El proyecto abarcará la pavimentación de aproximadamente 1 kilómetro de vías aledañas al Aeropuerto Mariscal Sucre, brindando una superficie de rodadura más duradera, segura y cómoda para el tránsito vehicular. Esto beneficiará directamente a las comunidades locales, mejorando su accesibilidad y conectividad con la ciudad de Quito y el principal terminal aéreo del país.

Este proyecto no solo representa una mejora sustancial en la infraestructura vial de la zona, sino que también promueve prácticas sostenibles al aprovechar materiales reciclados, reduciendo así el impacto ambiental asociado a la construcción de carreteras convencionales.

Figura 5

Ubicación de Vía pavimentada con RAP en Pujilí



Fuente: Google Earth

4.2 Alcance

El alcance del presente proyecto comprende la pavimentación de aproximadamente 1 kilómetro de vías aledañas al Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre de Quito, utilizando un material innovador y sostenible denominado RAP (Pavimento Asfáltico Reciclado).

Actualmente, estas vías se encuentran lastradas, lo cual dificulta el tránsito vehicular, genera problemas de accesibilidad y aumenta los costos de mantenimiento y reparación de vehículos. Mediante la pavimentación con RAP, se busca mejorar significativamente la calidad de la superficie de rodadura, brindando una capa de rodadura más duradera, cómoda y segura.

4.3 Costos Directos

Los costos directos son aquellos que están directamente relacionados con la ejecución física del proyecto y que se pueden identificar y cuantificar fácilmente en una actividad o tarea específica.

4.3.1 Composición de Costos del Proyecto

Tabla 1

Presupuesto Final del Proyecto de Pavimentación con RAP

Actividad	Unidad	Cantidad	Rendimiento (h/u)	Duración (Días)	P. Unitario	Total
Publicaciones por la Prensa	u	1	4	0.5	72.00	**72**
Charlas de Concientización	u	1	20	2.5	67.71	**67.71**
Colocación de Señalización Preventiva	u	1	2	0.25	313.72	**313.72**
Limpieza y Desbroce Manual	m	1000	3.33	0.41625	0.42	**420**
Replanteo y Nivelación	m	1000	0.07143	8.92875	4.86	**4860**
Agua para Control de Polvo con Camión Cisterna	m3	5.44	0.1	0.068	4.45	**24.208**

Imprimación Asfáltica	lt	2448	0.002	0.612	2.62	**6413.76**
RAP E=10cm	m3	652.8	0.025	2.04	4.97	**3244.416**
Carpeta Asfáltica E=5cm Al 1% de Polvo de Llanta	m2	5440	0.004	2.72	12.39	**67401.6**
Arenado	km	1	2	0.25	158	**158**
Señalización horizontal	m2	300	0.05	1.875	11.53	**3459**
Señalización vertical	u	6	1.2	0.9	21.68	**130.08**
					Total	**$ 86,564.50**

Fuente: (Rivera M, 2024)

4.4 Costos Indirectos

Los costos indirectos son aquellos que no se pueden asociar directamente a una actividad o tarea específica del proyecto, sino que son necesarios para su ejecución y apoyan al proyecto en su conjunto.

- Publicaciones por la prensa
- Charlas de concientización
- Colocación de señalización preventiva

- Personal administrativo, supervisor y de control de calidad
- Estudios y diseños previos
- Gastos de oficina y administrativos

4.5 Cronograma del Proyecto

Para asegurar una correcta planificación del proyecto, es esencial calcular con precisión las duraciones de las actividades involucradas. Un cronograma bien estructurado no solo ayuda a cumplir con los plazos establecidos, sino que también optimiza el uso de los recursos disponibles y permite gestionar eficazmente cualquier imprevisto que pueda surgir.

El proceso seguido para desarrollar el cronograma del proyecto de pavimentación de vías rurales aledañas al Aeropuerto de Quito incluyó los siguientes pasos clave:

- **Identificación de Actividades:** Se determinaron todas las actividades necesarias para completar el proyecto mediante un desglose estructurado del trabajo (WBS) y los planes de gestión del proyecto.
- **Estimación de Duraciones:** Se estimó la duración de cada actividad utilizando técnicas como el juicio de expertos, la analogía histórica, la estimación paramétrica y la técnica PERT. Estas estimaciones se basaron en rendimientos previamente analizados y validados para asegurar su precisión.
- **Revisión y Validación:** Las estimaciones fueron revisadas y validadas con el equipo del proyecto y otros interesados clave para asegurar su realismo, considerando posibles riesgos que pudieran afectar las duraciones.

- **Secuenciación de Actividades:** Se estableció el orden lógico de las actividades y sus dependencias, representándolas en un diagrama de red que facilitó la visualización de las relaciones y la identificación del camino crítico.
- **Cálculo del Cronograma:** Con las duraciones estimadas y la secuenciación de actividades, se calculó el cronograma del proyecto utilizando software de gestión de proyectos como Microsoft Project, permitiendo ajustes según las restricciones y dependencias identificadas.

Este enfoque metódico y detallado asegura que el cronograma del proyecto sea una herramienta efectiva para la planificación, monitoreo y control del progreso, permitiendo así cumplir con los plazos establecidos y optimizar el uso de los recursos disponibles.

Figura 6

Cronograma Final del Proyecto de Pavimentación con RAP

	Modo de	Nombre de tarea	Unidad	Cantidad	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos	Costo	% completado
1		**PAVIMENTACIÓN VÍA 1KM**			**19.92 días**	**lun 5/6/24**	**vie 5/31/24**			**$86,564.50**	**100%**
2		**PRELIMINARES**			**3.25 días**	**lun 5/6/24**	**jue 5/9/24**			**$453.43**	**100%**
3		Publicaciones por la Prensa	u	1	0.5 días	lun 5/6/24	lun 5/6/24		Publicaciones por la Prensa[1]	$72.00	100%
4		Charlas de Concientización	u	1	2.5 días	lun 5/6/24	mié 5/8/24	3	PROYECTOR Y EQUIPO DE VIDEO	$67.71	100%
5		Colocación de Señalización Preventiva	u	1	0.25 días	jue 5/9/24	jue 5/9/24	4	Herramienta Menor (5%M.O) Peon[200%],Maestro	$313.72	100%
6		**PREPARACIÓN TERRENO**			**9.42 días**	**jue 5/9/24**	**mié 5/22/24**			**$5,304.21**	**100%**
7		Replanteo y Nivelación	m	1000	8.93 días	jue 5/9/24	mié 5/22/24	5	Herramienta Menor (5%M.O)	$4,860.00	100%
8		Limpieza y Desbroce Manual	km	1	0.42 días	mié 5/22/24	mié 5/22/24	7	Herramienta Menor (5%M.O) Peon[200%],Maestro	$420.00	100%
9		Agua par Control de Polvo con Camión Cisterna	m3	5.44	0.07 días	mié 5/22/24	mié 5/22/24	8	Camión cisterna, Chofer Profesional, Peon, Agua[5.44]	$24.21	100%
10		**CARPETA ASFÁLTICA**			**5.62 días**	**mié 5/22/24**	**jue 5/30/24**			**$77,217.78**	**100%**
11		Imprimación Asfáltica	lt	2448	0.61 días	mié 5/22/24	jue 5/23/24	9	DISTRIBUIDOR DE ASFALTO 210 HP	$6,413.76	100%
12		RAP e=10cm	m3	652.8	2.04 días	jue 5/23/24	lun 5/27/24	11	MOTONIVELADORA 14(	$3,244.42	100%
13		Carpeta Asfáltica e=5cm al 1% de Polvo de Llanta de Avión	m2	5440	2.72 días	lun 5/27/24	jue 5/30/24	12	RODILLO NEUMATICO 100 HP RODILLO VIBRATORIO LISO 125 HP Peon[800%],FINISHER,I	$67,401.60	100%
14		Arenado	km	1	0.25 días	jue 5/30/24	jue 5/30/24	13	Herramienta Menor (5%	$158.00	100%
15		**SEÑALIZACIÓN**			**1.88 días**	**jue 5/30/24**	**vie 5/31/24**			**$3,589.08**	**100%**
16		Señalización Horizontal	m2	300	1.88 días	jue 5/30/24	vie 5/31/24	13	CAMIONETA DE CARGA MOTOR > 2000cc	$3,459.00	100%
17		Señalización Vertical	u	6	0.9 días	jue 5/30/24	jue 5/30/24	13	Herramienta Menor (5%M.O)	$130.08	100%

Fuente: (Rivera M, 2024)

4.6 Identificación de posibles riesgos que provocan retraso en el cronograma del proyecto sin la utilización de un dashboard.

La ejecución exitosa de un proyecto depende en gran medida de una gestión eficiente del cronograma y del cumplimiento de los plazos establecidos. Sin embargo, a menudo surgen imprevistos, retrasos y desviaciones que pueden comprometer el avance del proyecto y poner en riesgo el logro de los objetivos dentro de los tiempos planificados.

En este contexto, contar con herramientas de seguimiento y control adecuadas es fundamental para mantener la visibilidad necesaria sobre el progreso del proyecto y tomar decisiones oportunas que permitan mitigar los retrasos y mantener el cronograma alineado con las metas establecidas.

Una de las herramientas más valiosas para la gestión efectiva del cronograma es el uso de dashboards o tableros de control. Estos permiten centralizar y visualizar de manera clara y concisa toda la información clave relacionada con el avance del proyecto, incluyendo el estado de las tareas, el cumplimiento de hitos, el consumo de recursos y los indicadores de desempeño más relevantes.

Al contar con esta visibilidad en tiempo real, los equipos de proyecto pueden identificar rápidamente cualquier desviación o retraso potencial, analizar las causas subyacentes y tomar acciones correctivas de manera oportuna. Además, los dashboards facilitan la comunicación transparente con todos los interesados involucrados, promoviendo la alineación y la toma de decisiones informadas.

Sin embargo, la falta de utilización de estos tableros de control puede dar lugar a diversos riesgos que pueden comprometer seriamente el cumplimiento del cronograma del proyecto. Estos pueden riesgos incluir:

- **Falta de visibilidad del avance real:** Sin un dashboard centralizado que muestre el estado actual de las tareas y actividades, es difícil tener una visión clara y actualizada del progreso del proyecto.

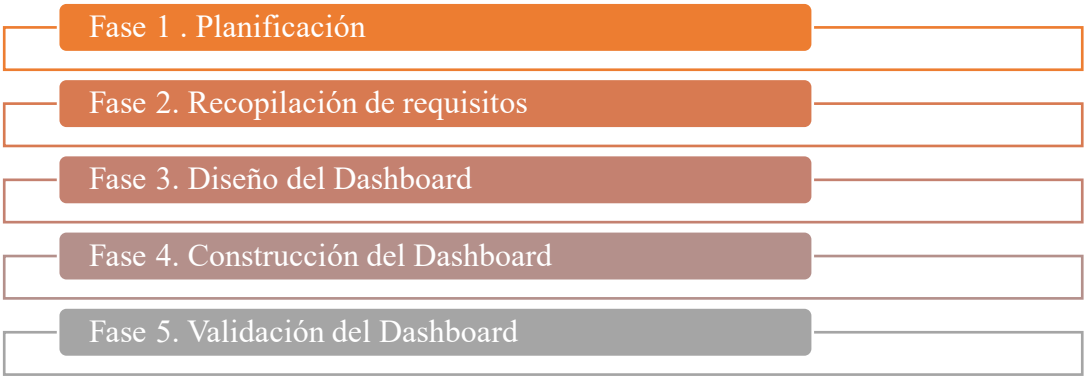
- **Descoordinación entre los miembros del equipo:** Al no contar con una herramienta visual que permita compartir información en tiempo real, los miembros del equipo pueden trabajar de forma descoordinada, duplicar esfuerzos o ignorar dependencias entre tareas, lo que puede ocasionar retrasos.
- **Dificultad para identificar tareas críticas:** Sin un dashboard que destaque las tareas críticas y su impacto en el cronograma, es más complicado priorizar y tomar decisiones oportunas para mitigar los retrasos en las actividades que se encuentran en la ruta crítica del proyecto.
- **Falta de seguimiento y control efectivo:** Un dashboard bien diseñado facilita el monitoreo constante del desempeño del proyecto, incluyendo indicadores clave como el avance real vs. planificado, el consumo de recursos y el cumplimiento de hitos. Sin esta visibilidad, es más difícil ejercer un control efectivo y tomar acciones correctivas a tiempo.
- **Riesgo de incumplimiento de plazos:** En última instancia, la falta de visibilidad, control y comunicación efectiva que brinda un dashboard aumenta significativamente el riesgo de incumplir con los plazos establecidos en el cronograma del proyecto.

4.7 Manual de Usuario del Dashboard para Gestión de Proyectos

El objetivo principal de un dashboard durante la etapa de monitoreo y control de cualquier proyecto es asegurar el cumplimiento del cronograma y los costos de este.

Figura 7

Proceso de Planificación del Dashboard



Fuente: (Rivera M, 2024)

4.7.1 Porcentaje de Avance Programado y Real del Proyecto

Se ha utilizado un enfoque sistemático para monitorear y evaluar el progreso diario durante el desarrollo de este proyecto. Se estableció un avance programado del 5% por día para garantizar que las actividades se distribuyeran uniformemente a lo largo del proyecto. El equipo pudo establecer metas claras y alcanzables con esta estrategia, lo que facilitó la gestión diaria y la asignación eficiente de recursos.

En una consulta con los moradores del sector, se indicó que la construcción de la vía con RAP demoró aproximadamente 30 días en completarse. Sin embargo, mediante una gestión eficiente del cronograma y el cálculo preciso de las duraciones, se ha determinado que el proyecto actual puede ser completado en 20 días. Este resultado demuestra cómo una planificación y gestión adecuadas del cronograma, aplicando la metodología del PMI, pueden

reducir significativamente el tiempo de ejecución, optimizando los recursos y mejorando la eficiencia del proyecto.

Tabla 2

Porcentaje de Avance Planificado

	FECHA	AVANCE PLANIFICADO
	5/6/2024	5%
	5/7/2024	10%
	5/8/2024	15%
	5/9/2024	20%
	5/10/2024	25%
FIN	5/11/2024	25%
SEMANA	5/12/2024	25%
	5/13/2024	30%
	5/14/2024	35%
	5/15/2024	40%
	5/16/2024	45%
	5/17/2024	50%
FIN	5/18/2024	50%
SEMANA	5/19/2024	50%
	5/20/2024	55%
	5/21/2024	60%
	5/22/2024	65%
	5/23/2024	70%
	5/24/2024	75%
FIN	5/25/2024	75%
SEMANA	5/26/2024	75%
	5/27/2024	80%

	5/28/2024	85%
	5/29/2024	90%
	5/30/2024	95%
	5/31/2024	100%

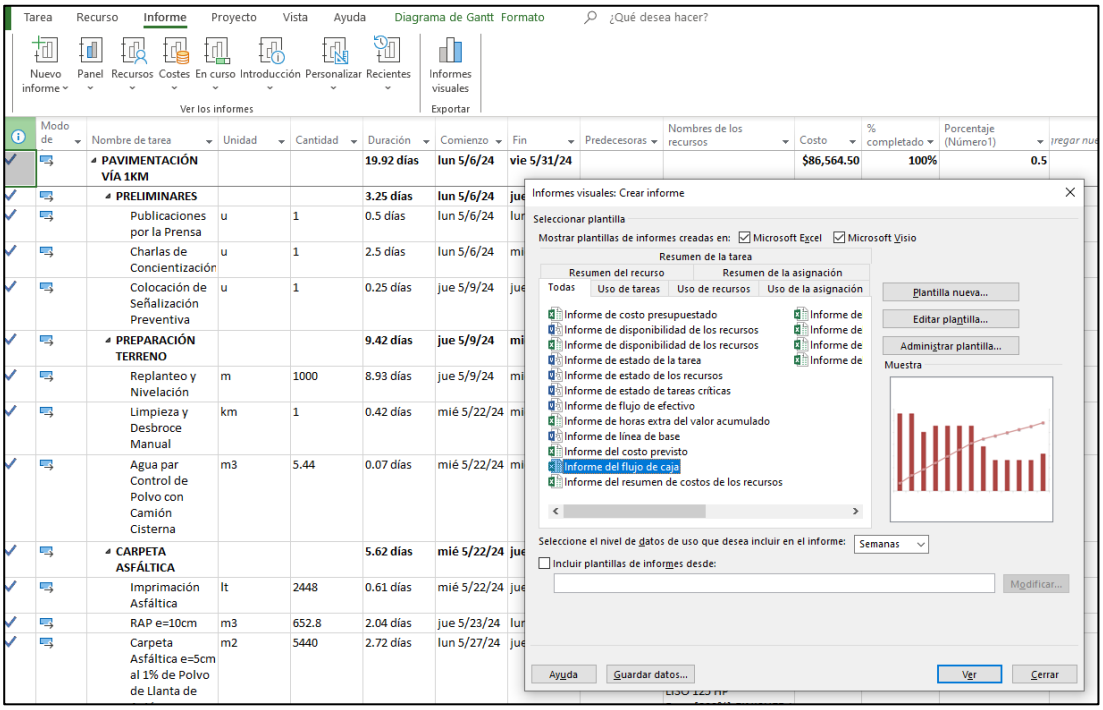
Fuente: (Rivera M, 2024)

4.7.2 Costo Planificado y Real del Proyecto

El análisis financiero es una parte importante de la gestión de proyectos, en este proyecto hemos utilizado Microsoft Project para monitorear y gestionar los costos planificados de este proyecto. En Microsoft Project, en la función "Informe", específicamente en la opción "Informes Visuales", podemos acceder al "Informe de Flujo de Caja". Este informe es esencial para obtener una visión detallada del desembolso de recursos financieros a lo largo del tiempo, permitiendo una comparación efectiva entre lo que se había presupuestado inicialmente y los costos reales a medida que avanza el proyecto.

Figura 8

Creación de Informe de Flujo de Caja



Fuente: (Rivera M, 2024)

Una vez que creamos el informe de flujo de caja, se obtiene una tabla en Excel que nos proporciona los valores del Costo Planificado, basándose en el cronograma final del proyecto en el que se está trabajando. Esta tabla es esencial para el seguimiento financiero del proyecto, ya que permite visualizar de manera clara y detallada los costos esperados en cada fase del proyecto. Al comparar estos valores planificados con los costos reales incurridos, es posible identificar desviaciones y tomar medidas correctivas oportunas.

Tabla 3

Flujo de Caja del Proyecto en Excel

Tareas	Todos				
				Datos	
Año	Trimestre	Semana	Día	Costo	Costo acumulado
2024	T2	Semana 19	6	85.54	85.542
			7	27.08	112.626
			8	27.08	139.71
			9	721.89	861.604692
			10	544.23	1405.837615
			11	0	1405.837615
			12	0	1405.837615
		Semana 20	13	544.23	1950.070538
			14	544.23	2494.30346
			15	544.23	3038.536383
			16	544.23	3582.769306
			17	544.23	4127.002228
			18	0	4127.002228
			19	0	4127.002228
		Semana 21	20	544.23	4671.235151
			21	544.23	5215.468074
			22	4011.91	9227.379016
			23	4089.11	13316.48941
			24	1590.4	14906.89137
			25	0	14906.89137
			26	0	14906.89137
		Semana 22	27	17359.33	32266.22
			28	24780	57046.22
			29	24780	81826.22
			30	3045.58	84871.79787
			31	1692.7	86564.5
	Total, T2			86564.46	86564.5
Total 2024				86564.46	86564.5
Total, general				86564.46	86564.5

Fuente: (Rivera M, 2024)

Con la tabla anterior podemos realizar una tabla en Excel con el Costo Planificado y las fechas del cronograma del proyecto:

Tabla 4

Costo Planificado del Proyecto

	FECHA	COSTO PLANIFICADO	
	5/6/2024	$	85.54
	5/7/2024	$	112.63
	5/8/2024	$	139.71
	5/9/2024	$	861.60
	5/10/2024	$	1,405.84
FIN	5/11/2024	$	1,405.84
SEMANA	5/12/2024	$	1,405.84
	5/13/2024	$	1,950.07
	5/14/2024	$	2,494.30
	5/15/2024	$	3,038.54
	5/16/2024	$	3,582.77
	5/17/2024	$	4,127.00
FIN	5/18/2024	$	4,127.00
SEMANA	5/19/2024	$	4,127.00
	5/20/2024	$	4,671.24
	5/21/2024	$	5,215.47
	5/22/2024	$	9,227.38
	5/23/2024	$	13,316.49
	5/24/2024	$	14,906.89
FIN	5/25/2024	$	14,906.89
SEMANA	5/26/2024	$	14,906.89
	5/27/2024	$	32,266.22
	5/28/2024	$	57,046.22
	5/29/2024	$	81,826.22
	5/30/2024	$	84,871.80
	5/31/2024	$	86,564.50

Fuente: (Rivera M, 2024)

El seguimiento del costo real del proyecto es un aspecto fundamental para la gestión financiera y el control de este. Para asegurar la precisión y relevancia de los datos financieros, se

debe colaborar estrechamente con el departamento de contabilidad de la empresa contratante. Esta colaboración permitirá recopilar información actualizada y precisa sobre los gastos reales incurridos a lo largo del proyecto.

Ha sido necesario asumir ciertos valores para el Avance Real y el Costo Real durante el proceso de análisis de nuestro proyecto. Esta decisión se basa en la necesidad de disponer de datos precisos para calcular una variedad de indicadores clave de desempeño, que son esenciales para una gestión y evaluación eficientes del progreso del proyecto.

Tabla 5

Porcentajes de Avances y Costos del Proyecto

FECHA		AVANCE PLANIFICADO	AVANCE REAL	COSTO PLANIFICADO	COSTO REAL
	5/6/2024	5%	0%	$ 85.54	$ 50.00
	5/7/2024	10%	5%	$ 112.63	$ 100.00
	5/8/2024	15%	12%	$ 139.71	$ 120.00
	5/9/2024	20%	15%	$ 861.60	$ 861.60
	5/10/2024	25%	20%	$ 1,405.84	$ 1,400.00
FIN	5/11/2024	25%	20%	$ 1,405.84	$ 1,400.00
SEMANA	5/12/2024	25%	20%	$ 1,405.84	$ 1,400.00
	5/13/2024	30%	25%	$ 1,950.07	$ 1,850.00
	5/14/2024	35%	30%	$ 2,494.30	$ 2,394.00
	5/15/2024	40%	35%	$ 3,038.54	$ 2,950.00
	5/16/2024	45%	42%	$ 3,582.77	$ 3,300.00
	5/17/2024	50%	48%	$ 4,127.00	$ 4,127.00
FIN	5/18/2024	50%	48%	$ 4,127.00	$ 4,127.00
SEMANA	5/19/2024	50%	48%	$ 4,127.00	$ 4,127.00

	5/20/2024	55%	52%	$	4,671.24	$ 4,471.00
	5/21/2024	60%	55%	$	5,215.47	$ 5,150.00
	5/22/2024	65%	62%	$	9,227.38	$ 9,127.00
	5/23/2024	70%	68%	$	13,316.49	$13,016.00
	5/24/2024	75%	72%	$	14,906.89	$14,906.39
FIN	5/25/2024	75%	72%	$	14,906.89	$14,906.39
SEMANA	5/26/2024	75%	72%	$	14,906.89	$14,906.39
	5/27/2024	80%	76%	$	32,266.22	$33,166.22
	5/28/2024	85%	78%	$	57,046.22	$57,146.00
	5/29/2024	90%	80%	$	81,826.22	$81,926.00
	5/30/2024	95%	82%	$	84,871.80	$82,926.00
	5/31/2024	100%	84%	$	86,564.50	$84,971.00
FIN	6/1/2024	100%	84%	$	86,564.50	$84,971.00
SEMANA	6/2/2024	100%	84%	$	86,564.50	$84,971.00
	6/3/2024	100%	86%	$	86,564.50	$85.971.00
	6/4/2024	100%	90%	$	86,564.50	$86.120.00
	6/5/2024	100%	95%	$	86,564.50	$86.200.00
	6/6/2024	100%	100%	$	86,564.50	$87,564.00

Fuente: (Rivera M, 2024)

4.7.3 Cálculo de los Indicadores de Desempeño

Después de recopilar todos los datos necesarios, calculamos el SPI y el CPI que son los indicadores de desempeño del proyecto. Estos indicadores son esenciales para evaluar la eficacia con la que el proyecto gestiona el tiempo y los recursos financieros. Los cálculos se realizan utilizando las fórmulas que se han especificado previamente y permiten obtener una imagen clara del estado actual del proyecto en relación con la planificación inicial.

$$SPI = \frac{Avance\ Real}{Avance\ Planificado}$$

Donde:

$SPI = 1$ *El proyecto está de acuerdo con el cronograma*

$SPI > 1$ *El proyecto está adelantado*

$SPI < 1$ *El proyecto está retrasado*

$$CPI = \frac{Costo\ Planificado}{Costo\ Real}$$

Donde:

$CPI = 1$ *El proyecto está dentro del presupuesto*

$CPI > 1$ *El proyecto está debajo del presupuesto*

$CPI < 1$ *El proyecto está sobrepasando el presupuesto*

Tabla 6

Cálculo de Indicadores de Desempeño KPI del Proyecto

FECHA		AVANCE PLANIFICADO	AVANCE REAL	SPI	COSTO PLANIFICADO	COSTO REAL	CPI
	5/6/2024	5%	0%	0.00	$ 85.54	$ 50.00	1.71
	5/7/2024	10%	5%	0.50	$ 112.63	$ 100.00	1.13
	5/8/2024	15%	12%	0.80	$ 139.71	$ 120.00	1.16
	5/9/2024	20%	15%	0.75	$ 861.60	$ 861.60	1.00
	5/10/2024	25%	20%	0.80	$ 1,405.84	$ 1,400.00	1.00
FIN	5/11/2024	25%	20%	0.80	$ 1,405.84	$ 1,400.00	1.00
SEMANA	5/12/2024	25%	20%	0.80	$ 1,405.84	$ 1,400.00	1.00
	5/13/2024	30%	25%	0.83	$ 1,950.07	$ 1,850.00	1.05
	5/14/2024	35%	30%	0.86	$ 2,494.30	$ 2,394.00	1.04
	5/15/2024	40%	35%	0.88	$ 3,038.54	$ 2,950.00	1.03
	5/16/2024	45%	42%	0.93	$ 3,582.77	$ 3,300.00	1.09

	5/17/2024	50%	48%	0.96	$	4,127.00	$	4,127.00	1.00
FIN	5/18/2024	50%	48%	0.96	$	4,127.00	$	4,127.00	1.00
SEMANA	5/19/2024	50%	48%	0.96	$	4,127.00	$	4,127.00	1.00
	5/20/2024	55%	52%	0.95	$	4,671.24	$	4,471.00	1.04
	5/21/2024	60%	55%	0.92	$	5,215.47	$	5,150.00	1.01
	5/22/2024	65%	62%	0.95	$	9,227.38	$	9,127.00	1.01
	5/23/2024	70%	68%	0.97	$	13,316.49	$	13,016.00	1.02
	5/24/2024	75%	72%	0.96	$	14,906.89	$	14,906.39	1.00
FIN	5/25/2024	75%	72%	0.96	$	14,906.89	$	14,906.39	1.00
SEMANA	5/26/2024	75%	72%	0.96	$	14,906.89	$	14,906.39	1.00
	5/27/2024	80%	76%	0.95	$	32,266.22	$	33,166.22	0.97
	5/28/2024	85%	78%	0.92	$	57,046.22	$	57,146.00	1.00
	5/29/2024	90%	80%	0.89	$	81,826.22	$	81,926.00	1.00
	5/30/2024	95%	82%	0.86	$	84,871.80	$	82,926.00	1.02
	5/31/2024	100%	84%	0.84	$	86,564.50	$	84,971.00	1.02
FIN	6/1/2024	100%	84%	0.84	$	86,564.50	$	84,971.00	1.02
SEMANA	6/2/2024	100%	84%	0.84	$	86,564.50	$	84,971.00	1.02
	6/3/2024	100%	86%	0.86	$	86,564.50	$	85,971.00	1.01
	6/4/2024	100%	90%	0.90	$	86,564.50	$	86,120.00	1.01
	6/5/2024	100%	95%	0.95	$	86,564.50	$	86,200.00	1.00
	6/6/2024	100%	100%	1.00	$	86,564.50	$	87,564.00	0.99

Fuente: (Rivera M, 2024)

4.8 Implementación de POWER BI en el Proyecto

La integración de Power BI en este proyecto ha sido esencial para optimizar la visualización de datos, mejorar la toma de decisiones, fortalecer la comunicación entre los equipos y los stakeholders. Como herramienta avanzada de análisis y visualización de datos, Power BI ha transformado eficazmente grandes volúmenes de datos brutos en información clara y comprensible, accesible para todos los participantes del proyecto.

Gracias a la creación de dashboards específicos, Power BI nos ha permitido visualizar detalladamente el progreso en la gestión del cronograma del proyecto. Estos dashboards, diseñados a medida, proporcionan una representación visual en tiempo real de diversos indicadores clave, tales como avances en las tareas, cumplimiento de hitos y uso de recursos. La capacidad de Power BI para integrar datos de múltiples fuentes y presentarlos de manera coherente ha facilitado una visión holística y actualizada del estado de cualquier proyecto.

4.8.1 Curva S del Porcentaje de Avance Planificado con el Porcentaje Avance Real

La Curva S es una herramienta visual esencial en la gestión de proyectos que permite comparar el avance planificado con el avance real a lo largo del tiempo. Para implementar esta curva efectivamente y garantizar la precisión de nuestros análisis, los datos necesarios fueron exportados desde un libro de Excel, específicamente desde la **Tabla *6***.

4.8.1.1 Proceso de Implementación de la Curva S:

- **Extracción de Datos:**

Localización de Datos: Los datos esenciales para generar la Curva S, incluyendo las fechas, los porcentajes de avance planificado y los porcentajes de avance real, están meticulosamente compilados en la **Tabla *6*** del libro de Excel utilizado para la gestión del proyecto.

Exportación de Datos: Seleccionamos y exportamos estos datos, asegurando que todos los valores estén actualizados y sean precisos para reflejar el verdadero progreso del proyecto.

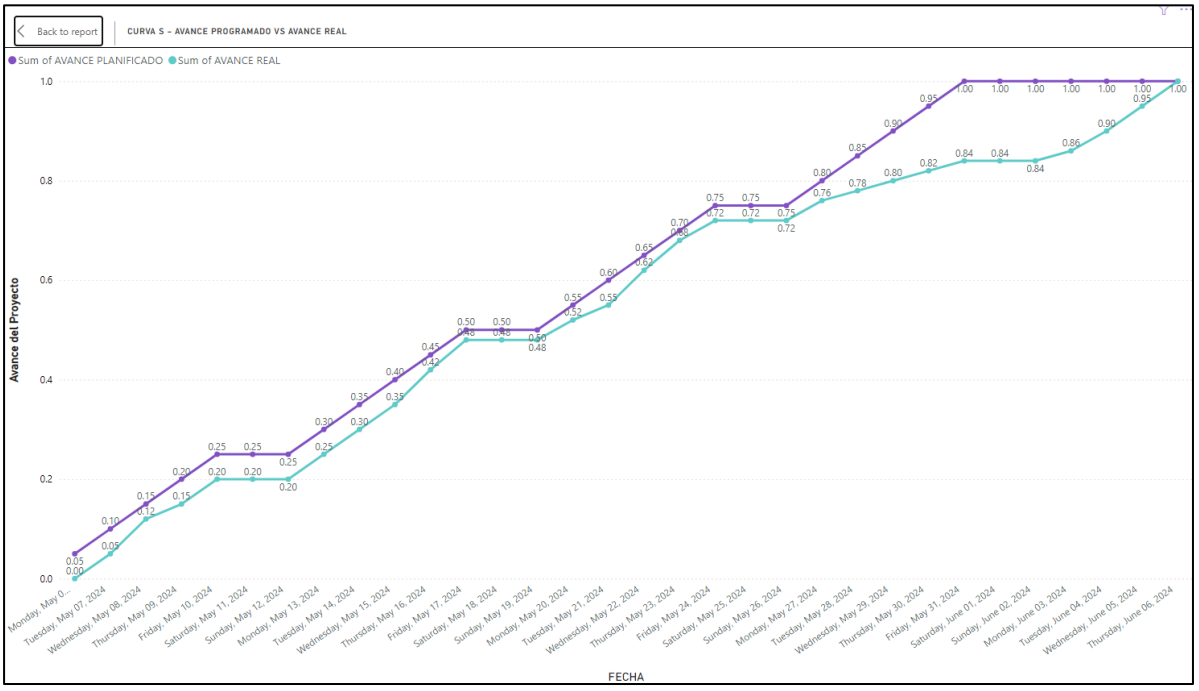
- **Creación de la Curva S:**

Herramienta de Visualización: Utilizamos Power BI para importar los datos exportados. En Power BI, aplicamos técnicas de modelado de datos para organizar y preparar la información para la visualización.

Diseño del Gráfico de Curva S: Configuramos el gráfico de Curva S para mostrar el avance planificado en contraste con el avance real, facilitando la identificación visual de cualquier desviación entre estos dos parámetros a lo largo del tiempo.

Figura 9

Creación de la Curva S para analizar el Avance del Proyecto en Power BI



Fuente: (Rivera M, 2024)

Esta gráfica ilustra de manera efectiva la comparación entre el avance planificado y el avance real del proyecto mediante una Curva S, resaltando visualmente cualquier desviación del cronograma establecido. La Curva S es una herramienta indispensable en la gestión de proyectos debido a su capacidad de representar el progreso acumulativo a lo largo del tiempo, lo que es crucial para identificar y rectificar a tiempo cualquier retraso o adelanto respecto al plan. En este proyecto, utilizamos la Curva S para monitorear visualmente el cronograma, permitiéndonos detectar de manera clara y precisa cualquier desfase en las fases del proyecto. Esta herramienta es esencial no solo para asegurar que permanecemos alineados con el plan establecido, sino también para realizar ajustes que optimicen la gestión del tiempo y los recursos.

4.8.2 Gráfica de Columnas Agrupadas del Costo Planificado y el Costo Real

La Gráfica de Columnas Agrupadas es una herramienta visual importante para la gestión de proyectos, especialmente útil para comparar el Costo Planificado y el Costo Real de este. Esta visualización proporciona una base clara para el análisis financiero y la toma de decisiones, lo que ayuda a identificar rápidamente las diferencias entre el presupuesto planificado final y los gastos reales del proyecto.

4.8.2.1 Proceso de Implementación de la Gráfica de Columnas Agrupadas

- **Selección de Datos:**

Origen de los Datos: Los datos para la gráfica provienen de la **Tabla *6***, estos datos son extraídos directamente del análisis financiero del proyecto.

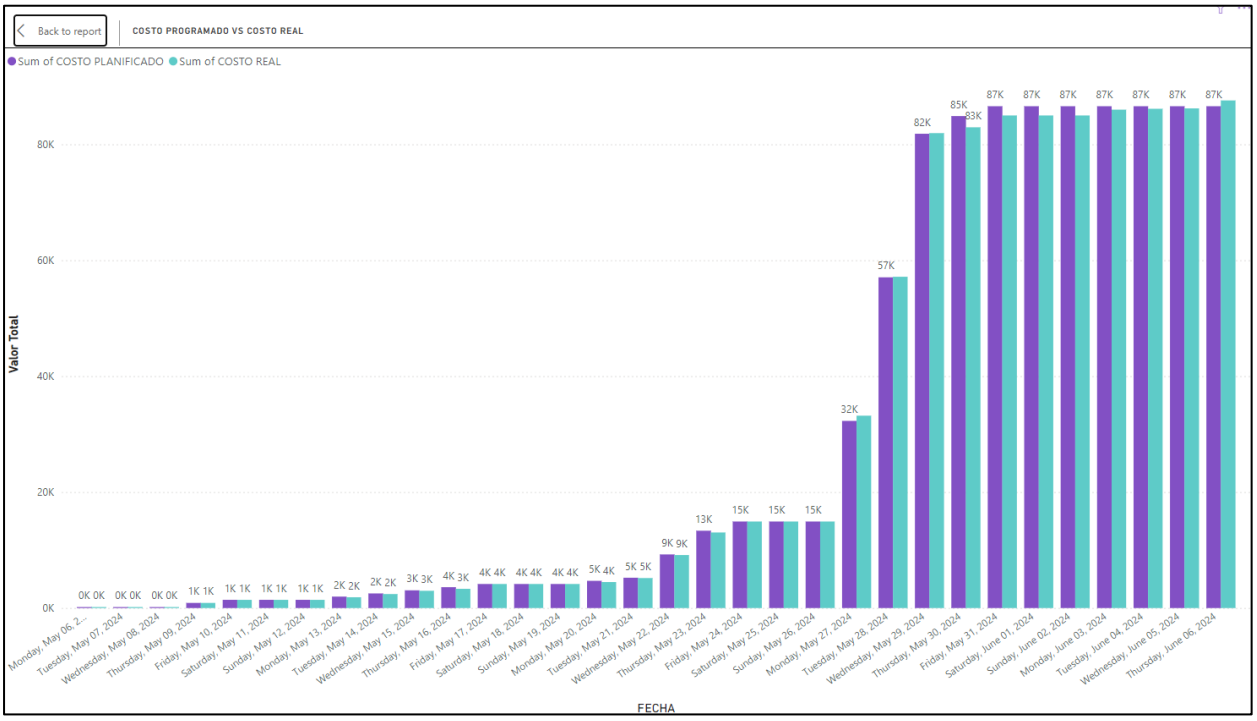
- **Configuración de la Gráfica:**

Estructura de Datos: Clasificamos los datos en dos series principales: el costo real y el costo planificado, cada serie muestra un conjunto de valores monetarios que representan el avance del proyecto.

Tipo de Gráfica: Elegimos el formato de columnas agrupadas para facilitar la comparación directa entre los dos conjuntos de datos en cada fase o hito.

Figura 10

Cuadro de Barras Comparativo de Costos del Proyecto



Fuente: (Rivera M, 2024)

El cuadro de barras comparativo de costos del proyecto desempeña un papel fundamental en el control financiero del proyecto al ilustrar visualmente las diferencias entre el costo

planificado y el costo real. Esta representación gráfica es crucial porque facilita la detección inmediata de variaciones financieras, permitiendo a los gestores del proyecto tomar decisiones informadas y realizar ajustes financieros oportunos. Este tipo de gráfico es especialmente valorado en la gestión de proyectos por su claridad y eficacia en la comunicación del estado actual de los costos frente a los presupuestos establecidos, asegurando así una administración más precisa y efectiva de los recursos económicos del proyecto

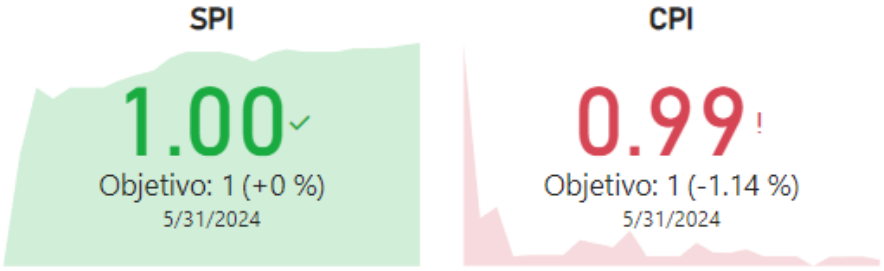
4.8.3 Implementación de Indicadores de Rendimiento KPI

En este proyecto, la implementación de Indicadores de Rendimiento Clave KPIs ha sido fundamental para medir y administrar el desempeño frente a los objetivos establecidos. Los KPIs facilitan la toma de decisiones informadas y el ajuste de estrategias en tiempo real al proporcionar una base objetiva y cuantificable para evaluar el éxito del proyecto.

A continuación, determinamos las áreas críticas del proyecto que requieren seguimiento continuo, como el progreso del cronograma y el control de costos, para cada área clave, definimos indicadores específicos que reflejan los aspectos más importantes del rendimiento. Por ejemplo, el Índice de Desempeño del Costo (CPI) y el Índice de Desempeño del Cronograma (SPI) estos son índices de desempeño estándar para la gestión de costos y gestión de cronograma del proyecto.

Figura 11

Indicadores de Desempeño KPI para análisis del Proyecto



Fuente: (Rivera M, 2024)

Este gráfico representa los Indicadores Clave de Desempeño utilizados para monitorear la eficiencia del proyecto, con especial énfasis en el Índice de Desempeño del Costo (CPI) y el Índice de Desempeño del Cronograma (SPI). Estos KPIs son cruciales para evaluar la efectividad en la gestión de costos y del cronograma frente a las proyecciones planificadas. Al proporcionar datos cuantitativos sobre el desempeño, los KPIs habilitan a los gestores del proyecto a detectar cualquier desviación significativa entre los resultados esperados y los reales, facilitando así la toma de decisiones y la implementación de estrategias adecuadas. La visualización clara y comprensible de estos indicadores es fundamental para una supervisión continua y el ajuste dinámico de las estrategias del proyecto, garantizando el cumplimiento eficiente de los objetivos financieros y temporales.

4.8.4 Presentación del Dashboard

El dashboard final para la gestión del proyecto de pavimentación de vías rurales aledañas al Aeropuerto de Quito incorpora una interfaz visual comprensiva y fácil de usar, diseñada para

maximizar la eficiencia en el seguimiento del progreso y los costos del proyecto. Esta herramienta visualiza datos críticos a través de varios componentes clave:

- **Curva S - Avance Programado vs Avance Real:** esta gráfica muestra la comparación entre el avance programado y el avance real a lo largo del tiempo, proporcionando una visión clara de cualquier desviación en el cronograma, lo que permite a los gestores del proyecto identificar rápidamente áreas que requieran atención y ajustes.

- **Gráfica de Costo Programado vs Costo Real:** esta sección del dashboard detalla los costos acumulados en comparación con los presupuestos planificados por día, ofreciendo una perspectiva inmediata sobre la gestión financiera del proyecto, esta gráfica es crucial para asegurar que el proyecto se mantenga dentro del presupuesto y para tomar decisiones financieras.

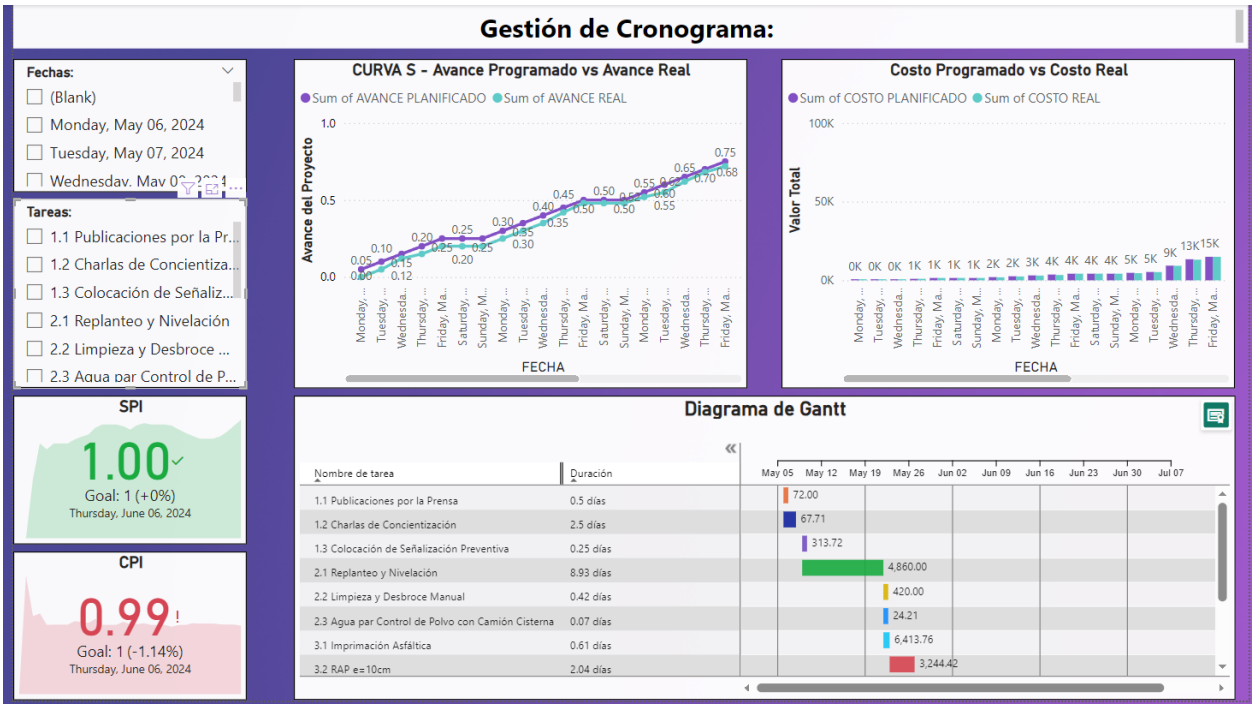
- **Diagrama de Gantt:** este diagrama ofrece una representación visual del cronograma del proyecto, incluyendo la duración, la secuenciación de las tareas individuales y su costo planificado. Esta herramienta es fundamental para la planificación y coordinación efectiva de las actividades del proyecto.

- **Indicadores de Desempeño SPI y CPI:** el dashboard también incluye indicadores claves de desempeño como el Índice de Desempeño del Cronograma (SPI) y el Índice de Desempeño de Costo (CPI). Estos indicadores proporcionan métricas esenciales sobre la eficiencia del

cronograma y la gestión de costos respectivamente, también ayuda a evaluar la salud general del proyecto.

Figura 12

Presentación Final del Dashboard del Proyecto de Pavimentación



Fuente: (Rivera M, 2024)

El dashboard desarrollado para este proyecto aprovecha al máximo las capacidades de visualización de Power BI, integrando múltiples componentes como curvas S, gráficos de barras y otros elementos de visualización de datos para ofrecer una perspectiva completa y detallada del estado del proyecto. Es una herramienta indispensable que no solo proporciona una visión integrada y constantemente actualizada del progreso del proyecto, sino que también facilita una gestión proactiva al permitir la identificación rápida de áreas que requieren atención o ajuste. Por lo tanto, este dashboard es crucial para la toma de decisiones y la optimización continua de la

gestión del proyecto, asegurando que se mantenga alineado con los objetivos y cronogramas establecidos.

5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- En conclusión, se ha determinado que planificar un proyecto conforme a las directrices del PMI y aplicar las gestiones correspondientes permite desarrollar el proyecto en un tiempo significativamente menor en comparación con una planificación insuficiente o inexistente. La metodología del PMI proporciona un marco estructurado y eficiente que facilita la identificación y mitigación de riesgos, la optimización del uso de los recursos y la mejora en la coordinación del equipo de trabajo. Además, la implementación de herramientas de monitoreo y control, como dashboards y software de gestión, contribuye a una mayor visibilidad y control del progreso del proyecto, permitiendo realizar ajustes oportunos y mantener el cronograma alineado con las metas establecidas. Estos factores, en conjunto, demuestran que una planificación y gestión adecuadas no solo mejoran la eficiencia del proyecto, sino que también aseguran el cumplimiento de los plazos y la calidad del resultado final.

- La aplicación de la metodología PMI ha demostrado ser eficaz para el control y seguimiento exhaustivo del cronograma, asegurando que las actividades del proyecto se completen dentro de los plazos previstos. El enfoque estructurado y sistematizado ha permitido mitigar riesgos asociados con la gestión de tiempo y recursos.

- La implementación de Power BI como herramienta de seguimiento ha revolucionado la manera en que se monitorean los avances y los costos del proyecto. La capacidad de este programa para visualizar datos en tiempo real ha proporcionado una base sólida para la toma de decisiones informadas, facilitando así la gestión eficiente y proactiva del proyecto.

- El uso de RAP ha contribuido no solo a la reducción del impacto ambiental mediante la reutilización de materiales, sino también a una notable reducción de costos en comparación con métodos tradicionales de pavimentación. Este enfoque sostenible ha demostrado que es posible alcanzar estándares de calidad superior mientras se promueve la responsabilidad ambiental.

- Este estudio resalta la importancia de integrar tecnologías avanzadas y metodologías probadas en proyectos de infraestructura, lo que podría servir como un modelo replicable para otros proyectos similares a nivel nacional. Asimismo, se pone de manifiesto la necesidad de capacitación continua y desarrollo profesional en las áreas de gestión de proyectos y tecnologías de la información.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda la implementación de la metodología PMBOK en todos los proyectos de construcción de infraestructura para mejorar la planificación, ejecución y monitoreo de proyectos, asegurando así una mayor eficiencia y efectividad en la entrega de estos.

- Se recomienda fomentar el uso de herramientas de visualización y análisis de datos como Power BI para facilitar la toma de decisiones basadas en datos en tiempo real. Esto permitirá a los gestores de proyectos mantener un control más riguroso sobre los presupuestos y cronogramas de los proyectos a ejecutar.
- Se recomienda realizar una revisión de todos los datos exportados a Excel ya que estos deben seguir un formato estandarizado para garantizar su correcta interpretación por Power BI, esto incluye la utilización de formatos de fecha consistentes, la estandarización de unidades de medida y la claridad en la nomenclatura de todas las columnas.
- Se recomienda realizar inversión en programas de capacitación y desarrollo profesional para el personal involucrado en la gestión de proyectos, especialmente en el uso de nuevas tecnologías y metodologías de gestión de proyectos, esto es crucial para mantenerse al día con las tendencias actuales y mejorar la competencia del equipo de proyecto.
- Es muy recomendable adoptar un enfoque integral e interconectado en la gestión de proyectos, alineado con los principios del PMBOK. La efectividad en la gestión de proyectos mejora notablemente cuando se comprende que las áreas de conocimiento, como la gestión del cronograma, los costos, la calidad y los riesgos, no funcionan en vacío, sino que están profundamente entrelazadas. Al integrar estas áreas, se obtiene una comprensión más profunda y completa del proyecto, lo que facilita decisiones más informadas y mejora la utilización de los recursos disponibles. De este modo, se fomenta una colaboración que hace que las

acciones en un área fortalezcan los resultados en otras, llevando a una gestión más eficaz y armónica del proyecto.

6. BIBLIOGRAFÍA

Caminos rurales: vías claves para la producción, la conectividad y el desarrollo territorial. (2020). *FAL*, *377*, CEPAL. https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/05dfba47-0c4a-42e5-a77d-feabc108a05b/content

AC&A, Agosta, R., Martínez, J. P., Kohon, J., Pérez, J. E., Blas, F., … de Cubas, I. (2020, May 8). Ecuador. Análisis de inversiones en el sector transporte terrestre interurbano latinoamericano a 2040. Caracas: CAF. Retrieved from https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1565

Insitute, P. M. (2017). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) - Sixth Edition.* Newtown Square, PA, USA: Project Management Institute (PMI).

(PMI), P. M. (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) - Seventh Edition.* Newtown Square, PA, USA: Management Institute (PMI).

Copeland, A. (2011). Reclaimed asphalt pavement in asphalt mixtures: State of the practice (Publication No. FHWAHRT-11-021).

Davidiseminger. (2024a, febrero 14). *¿Qué es Power BI? - Power BI*. Microsoft Learn. https://learn.microsoft.com/es-es/power-bi/fundamentals/power-bi-overview

Ortiz, D. (s. f.). *¿Qué es un dashboard y para qué se usa? (2024)*. https://www.cyberclick.es/numerical-blog/que-es-un-dashboard

Zendesk. (2023, 13 febrero). Tipos de indicadores de desempeño: 9 KPI clave para empresas. *Zendesk Español*. https://www.zendesk.es/blog/tipos-de-indicadores-de-desempeno-9-kpi-clave-para-empresas/

Rodrigues, N. (2021, 20 enero). PMBOK: Qué es, para qué sirve, fases y herramientas. *Hubspot*. https://blog.hubspot.es/sales/que-es-pmbok

Martins, J. (2022, 11 noviembre). Objetivos SMART: qué son y cómo crearlos con ejemplos y plantilla [2022] • Asana. *Asana*. https://asana.com/es/resources/smart-goals

Zendesk. (2023b, febrero 14). ¿Qué es la metodología ágil y cuáles son las más utilizadas? *Zendesk MX*. https://www.zendesk.com.mx/blog/metodologia-agil-que-es/

Alonso, M. (2022, 17 octubre). Qué es Business Intelligence y cómo sacarle partido en gestión de proyectos [2022] • Asana. *Asana*. https://asana.com/es/resources/business-intelligence

https://integrait.com.mx/blog/metodologia-project-management/#:~:text=La%20metodolog%C3%ADa%20Project%20Management%20es%20un%20enfoque%20met%C3%B3dico%20para%20gestionar,%C2%AE%20Guide)%20existen%20elementos%20recurrentes.

Instituto Europeo de Posgrado. (2023, 2 de octubre). ¿Qué son KPIs? Ejemplos y características. Recuperado el 16 de abril de 2024, de https://iep.edu.es/que-son-kpis-ejemplos-caracteristicas/

David. (2024, 12 marzo). *Sistema BI (Business Intelligence) - Qué es, características. . . - GAD Software*. GAD Software. https://www.gadsoftware.com/sistema-bi-business-intelligence

Ortiz, D. (2023, 24 noviembre). *¿Qué es un dashboard y para qué se usa?* Cyberclick. Recuperado 18 de abril de 2024, de https://www.cyberclick.es/numerical-blog/que-es-un-dashboard

7. ANEXOS

Los diferentes Excel y tablas que se usaron en el presente trabajo se encuentran en el siguiente enlace para su visualización:

https://puceeduec-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/meriverag_puce_edu_ec/Egdh75qmolJKtxtgO70OnV8Bf0mfQigMIHNnXvWLUD9kjQ?e=bsv5ll