PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA: GESTIÓN DE CALIDAD DEL PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN UTILIZANDO RAP Y POLVO DE LLANTA DE AVIÓN EN VÍAS RURALES ALEDAÑAS AL AEROPUERTO DE QUITO DE ACUERDO CON LA METODOLOGÍA DEL PMBOK 7.0 Y USO DEL PROGRAMA POWER BI

AUTOR:

FABRICIO PAUL ZURITA BECERRA

QUITO DM, JUNIO DE 2024

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. CAPÍTULO I: GENERALIDADES 9

1.1 Introducción 9

1.2 Planteamiento del problema 10

1.3 Justificación 11

1.4 Hipótesis 11

1.5 Alcance 12

1.6 Objetivos 12

1.6.1 Objetivo General 12

1.6.2 Objetivos Específicos 12

2. CAPÍTULO II: GENERALIDADES 13

2.1 Antecedentes 13

2.2 Proyecto 13

2.2.1 Definición 13

2.2.2 PMI 13

2.3 Ciclo de Vida de un Proyecto 14

2.4 Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos 14

2.5 Gestión de Calidad de un Proyecto 15

2.5.1 Planificar la Gestión de Calidad 15

2.5.2 Gestionar la Calidad 16

2.5.3 Controlar la calidad 17

2.6 RAP 18

2.7 Polvo de llanta de avión 19

3. CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 19

3.1 Descripción del proyecto 19

3.2 Ubicación del proyecto 20

3.3 Control de Calidad 22

3.3.1 Estándares de calidad 22

3.3.2 Objetivos de calidad 23

3.3.3 Roles y responsabilidades de calidad 24

3.3.4 Entregas de procesos sujetos a revisión de calidad 25

3.3.5 Hitos del control de calidad 26

3.3.6 Informe 26

4. CAPÍTULO IV: APLICACIÓN DEL PROYECTO Y POWER BI 28

4.1 Estándares de calidad 28

4.2 Objetivos de calidad 29

4.3 Roles y responsabilidades de calidad 31

4.4 Entregas de procesos sujetos a revisión de calidad 32

4.5 Hitos del control de calidad 34

4.6 Análisis de resultados 36

5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 36

5.1 Conclusiones 36

5.2 Recomendaciones 37

6. BIBLIOGRAFÍA 38

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1: *Representación Genérica del Ciclo de vida de un Proyecto 14*

Figura 2: *Planificar la Gestión de Calidad: Entradas, Herramientas y Técnicas, Salidas 16*

Figura 3: *Gestionar la Calidad: Entradas, Herramientas y Técnicas, Salidas 17*

Figura 4: *Controlar la Calidad: Entradas, Herramientas y Técnicas, Salidas 18*

Figura 5: *Ubicación del almacenamiento de polvo de llanta de avión y RAP 20*

Figura 6: *Almacenamiento de Pavimento Asfáltico Reciclado 21*

Figura 7: *Ubicación de la vía pavimentada con polvo de llanta de avión y RAP 21*

Figura 8: *Vía pavimentada con polvo de llanta de avión y RAP 22*

Figura 9: *Plantilla de informe de control de calidad 27*

Figura 10: *Ejemplo estándares de calidad 29*

Figura 11: *Ejemplo objetivos de calidad 31*

Figura 12: *Ejemplo roles y responsabilidades de calidad 32*

Figura 13: *Ejemplo Entregas y procesos sujetos a revisión de calidad 33*

Figura 14: *Ejemplo hitos de control de calidad 35*

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *..... 22*

Tabla 2 *..... 24*

Tabla 3 *..... 24*

Tabla 4 ..... *25*

Tabla 5 ..... *26*

Tabla 6: *Estándares de calidad* *28*

Tabla 7: *Objetivos de calidad* *30*

Tabla 8: *Roles y responsabilidades de calidad* *32*

Tabla 9: *Entregas y procesos sujetos a revisión de calidad* *33*

Tabla 10: *Hitos del control de calidad* *35*

DEDICATORIA

A mis padres, Carlos y Moraima, cuyo amor incondicional y ejemplo de superación para enfrentar cada obstáculo me han ayudado a cumplir con mis objetivos.

A mi hermano, Eduardo, quien ha sido mi gran apoyo y un gran ejemplo a seguir y ser mejor cada día.

RESUMEN

El presente proyecto de titulación presenta la gestión de calidad de un proyecto de pavimentación de vías rurales cercanas al Aeropuerto de Quito. Sin embargo, existen numerosos proyectos que no logran enfrentarse a los desafíos para cumplir con los estándares de calidad. En el presente proyecto se aplicará la gestión de calidad en un proyecto de pavimentación, utilizando materiales de polvo de llanta de avión y Pavimento Asfáltico Reciclado (RAP), de acuerdo con la metodología del PMBOK 7.0 y la herramienta Power BI, asegurando un control efectivo de la calidad en el proyecto.

El objetivo principal es implementar un plan de gestión de calidad que permita verificar y controlar el cumplimiento de las especificaciones técnicas requeridas en el proyecto, garantizando la construcción de vías rurales de alta calidad, así como la disminución de retrasos y costos adicionales.

De igual manera, se utilizará la herramienta Power BI para la visualización y análisis de los datos del proyecto. Esto nos permitirá tener un monitoreo más efectivo del avance y desempeño del proyecto, facilitando así la toma de decisiones que nos permitan un avance y control de calidad más efectivos.

Los resultados destacarán la efectividad de integrar las prácticas de gestión de proyectos con tecnologías avanzadas para una construcción vial rural.

ABSTRACT

This degree Project presents the quality management of a paving project for rural roads near the Quito Airport. However, there are numerous projects that fail to fase challenges to meet quality standards. In this Project, quality management Will be applied in a paving project, using aircraft tire powder and Recycled Asphalt Pavement (RAP) materials, according to the PMBOK 7.0 methodology and the Power BI tool, ensuring effective quality control in the project.

The main bjective is to implement a quallity management plan that allows verifying and controlling compliance with the technical specifications required in the project, guaranteeing the construction of high-quality rural roads, as well as reducing delays and additional costs.

Likewise, the Power BI tool Will be used for visualization and análisis of project data. This will allow us to have more effective monitoring of the project's progress and performance, thus facilitating decision-making that will enable more effective progress and quality control.

The results will highlight the effectiveness of integrating project management practices with advanced technologies for rural road construction.

1. CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1 Introducción

La pavimentación de vías secundarias y rurales es fundamental para mejorar la conectividad y facilitar el acceso a comunidades remotas de Ecuador. No obstante, este proceso afronta problemas considerables en términos de sostenibilidad y eficacia.

La gestión de proyecto se ha convertido en una herramienta importante para la dirección de proyectos. Su importancia radica en su capacidad para maximizar beneficios, anticiparse a contratiempos, definir un alcance adecuado y cumplir con parámetros de tiempo y costos al entregar el proyecto.

En lo que concierne a la construcción de infraestructuras viales, la gestión de calidad juega un papel fundamental para garantizar el cumplimiento de especificaciones técnicas y estándares requeridos. El proyecto se enfoca en la pavimentación de vías rurales utilizando materiales innovadores como el Pavimento Asfáltico Reciclado (RAP) y el polvo de llanta de avión. Estas alternativas sostenibles contribuyen a la reducción del impacto ambiental y ofrecen beneficios técnicos y económicos.

El uso del PMBOK 7.0 garantiza la aplicación de procesos comprobados que contribuyen a la mejora continua de la calidad en todas las etapas del proyecto. De igual manera, la utilización de Power BI ofrece una visualización avanzada de datos que facilita la identificación de áreas de mejora y la toma de decisiones fundamentales, lo cual es esencial para asegurar una buena gestión en lo que respecta a la calidad.

La metodología del PMBOK 7.0 proporciona es ampliamente utilizada a escala global como una guía para administrar proyectos de manera exitosa. Esta metodología

abarca diversas áreas de conocimiento, incluyendo la gestión de calidad, la cual se centra en los procesos y actividades necesarias para cumplir con los requisitos establecidos y satisfacer las necesidades de los interesados.

Además, la implementación de la herramienta Power BI, cuya función es el análisis y visualización de datos, permitirá el seguimiento de los indicadores clave de rendimiento relacionados a la gestión de calidad del proyecto, lo que facilitará una mejor toma de decisiones informada e implementación de acciones correctivas de manera oportuna, asegurando de esta manera los estándares de calidad.

1.2 Planteamiento del problema

El conjunto de vías primarias y secundarias constituye la columna vertebral del sistema de transporte, conectando capitales de provincia, cantones, puertos fronterizos internacionales con o sin aduanas y centros de actividad económica medianos y grandes. Sin embargo, la infraestructura vial presenta desafíos significativos que afectan a diversos aspectos de la vida y el desarrollo socioeconómico de las comunidades a lo largo y ancho del país. (Control de Tránsito del Ecuador, 2015)

La pavimentación debe ser diseñada para facilitar un flujo continuo de tráfico, especialmente en vías rurales donde las áreas circundantes no han experimentado un desarrollo significativo, en el cual la presencia de intersecciones a nivel no es tan relevante debido al escaso desarrollo de las zonas adyacentes.

Existe una brecha significativa en la aplicación efectiva de metodologías de gestión de proyectos y herramientas avanzadas para optimizar la calidad del proyecto.

La metodología PMBOK 7.0 ofrece un marco estructurado para la gestión de proyectos, pero su implementación práctica en el entorno ecuatoriano y su integración

con herramientas de análisis de datos como Power BI aún no se ha investigado a profundidad. Esta investigación busca abordar esta deficiencia, proponiendo un modelo de gestión de calidad para garantizar que cumpla con los estándares requeridos y satisfaga las necesidades de los usuarios.

1.3 Justificación

De acuerdo con un informe del Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2017), "la falta de una infraestructura vial adecuada en zonas rurales constituye un obstáculo significativo para el desarrollo económico y social, limitando el acceso a servicios básicos y oportunidades de mercado para las comunidades aisladas".

Sin embargo, estos proyectos de pavimentación enfrentan desafíos importantes en términos de sostenibilidad y eficacia. Un estudio realizado por la Universidad Politécnica de Madrid (Gallego et al., 2020) demostró que la incorporación de RAP en la mezcla asfáltica puede reducir significativamente el impacto ambiental y los costos de construcción, sin comprometer la calidad y el rendimiento del pavimento.

La gestión de proyectos se ha convertido en una herramienta esencial para maximizar los beneficios de los proyectos de infraestructura vial, al anticipar y mitigar contratiempos, definir un alcance adecuado y cumplir con los parámetros de tiempo, costo y calidad (Zaragoza et al., 2019).

1.4 Hipótesis

La aplicación de la metodología del PMBOK 7.0, para la gestión de calidad del proyecto, en combinación con el aprovechamiento de la herramienta de Power BI, nos permitirá una gestión de calidad más sólida a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Esto facilitará la consolidación de datos de calidad, la identificación temprana de problemas, el seguimiento del desempeño, incrementando así las probabilidades de que

el proyecto cumpla o exceda los estándares y criterios de aceptación de calidad establecidos.

1.5 Alcance

El presente trabajo tiene como objetivo analizar y aplicar la gestión de calidad en un proyecto. Se definirán e implementarán procesos de planificación, aseguramiento y control de calidad alineados con estándares requeridos en el proyecto. Se recopilarán y analizarán datos para identificar y/o detectar problemas y fundamentar acciones correctivas. De igual manera, se realizará el seguimiento cuantitativo del desempeño de la calidad con el objetivo de maximizar el cumplimiento de requisitos y optimizar resultados.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

- Implementar la gestión de calidad del proyecto de pavimentación utilizando RAP y polvo de llanta de avión en vías rurales aledañas al Aeropuerto de Quito de acuerdo con la metodología del PMBOK 7.0 y uso del programa Power BI.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Analizar el proyecto en base a los conceptos de gestión de calidad.
- Generar un plan de gestión de acuerdo con las directrices del PMBOK 7.0, en el que se proponga un monitoreo para el plan.
- Implementar Power BI como herramienta para visualizar y analizar el progreso del proyecto a través de los resultados.

2. CAPÍTULO II: GENERALIDADES

2.1 Antecedentes

Existen líneas de investigación dedicadas al estudio y mejoramiento de la gestión de proyectos de construcción en las principales universidades del Ecuador que ofrecen la carrera de ingeniería civil. En particular, se centran en elaborar herramientas y metodologías para mejorar el control y seguimiento de indicadores clave, como el control de calidad.

2.2 Proyecto

2.2.1 Definición

Varias personas han dado la definición de lo que es un proyecto:

> Un proyecto es la planificación de un conjunto de acciones que se llevan a cabo y un conjunto de recursos que se van a usar para conseguir un fin determinado. (Pérez, 2021)

La definición de proyecto de acuerdo con el PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 4), “un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único”.

2.2.2 PMI

El Project Management Institute (PMI, 2022) es una de las asociaciones profesionales de gestión de proyectos más importantes del mundo. Es una organización internacional sin fines de lucro que asocia a profesionales relacionados con la gestión de proyectos.

El PMBOK (Project Management Body of Knowledge) es un estándar para la gestión de proyectos creado y publicado por el PMI (Project Management Institute). La aplicación de las prácticas, principios, procesos, herramientas y técnicas del

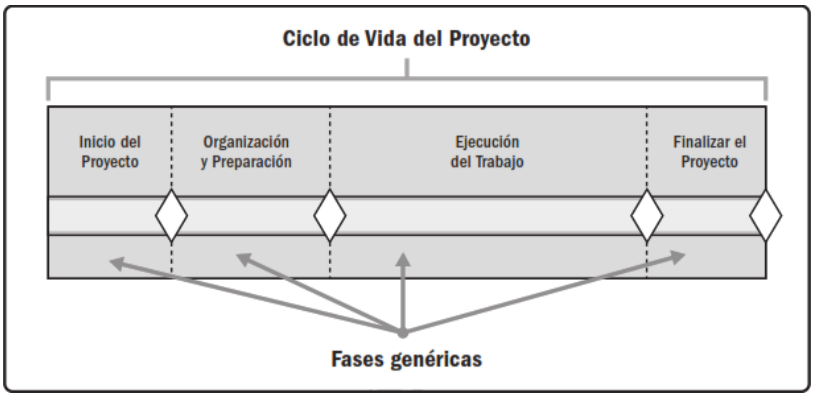
PMBOK tiene un impacto directo en la aceptación de los proyectos, esto se debe a que el PMBOK es reconocido como una referencia confiable en la gestión de proyectos. El PMBOK también identifica un conjunto de principios básicos de gestión de proyectos que, en general, pueden considerarse como buenas prácticas, estos principios son esenciales para el éxito de cualquier proyecto.

2.3 Ciclo de Vida de un Proyecto

De acuerdo con el PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 19) "el ciclo de vida de un proyecto es la serie de fases que atraviesa un proyecto, relacionados de manera lógica, que culmina con la finalización de uno o más entregables"

Figura 1

Representación Genérica del Ciclo de vida de un Proyecto



Fuente: (Project Management Institute, 2017, p. 548)

2.4 Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos

Según el PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 553) las áreas de dirección de proyectos son campos de especialización que se utilizan frecuentemente al dirigir proyectos.

"Un área de conocimiento es un conjunto de procesos asociados a un tema particular a la dirección de proyectos". (Project Management Institute, 2017, p. 553)

Las áreas de conocimiento son procesos asociados a un tema en específico de la dirección de proyectos y cuenta con 10 áreas.

2.5 Gestión de Calidad de un Proyecto

La gestión de calidad en proyectos de construcción es fundamental para garantizar la entrega de productos y servicios que cumplen con ciertos requisitos y estándares de calidad establecidos.

La Gestión de Calidad del PMBOK incluye procesos para incorporar la política de calidad referente a planificación, gestión y control de los requisitos de calidad del proyecto y producto, satisfaciendo los objetivos de los interesados. (Project Management Institute, 2017, p. 271)

La calidad como rendimiento cumple con los requisitos según el grado con ciertas características, mientras que el grado es una categoría con características distintas, pero con la misma función principal. Si un nivel de calidad que no cumple los requisitos de calidad constituye un problema, sin embargo, un producto de bajo grado puede no serlo, por ejemplo:

- Un producto de bajo grado y de alta calidad puede no constituir un problema. Por lo tanto, el producto sería adecuado para un uso general.
- Un producto de alto grado y baja calidad puede constituir un problema. Por lo tanto, el producto sería ineficaz o ineficiente debido a su baja calidad.

Los procesos de Gestión de Calidad del Proyecto son:

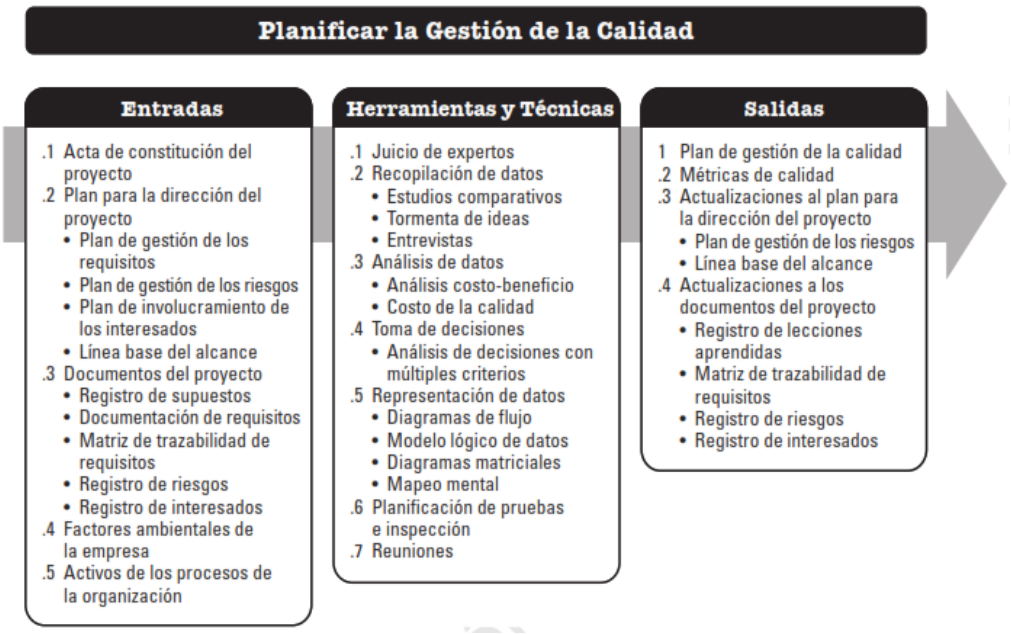
2.5.1 Planificar la Gestión de Calidad

De acuerdo con el PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 277) “es el proceso de identificar los requisitos y/o estándares de calidad para el proyecto y sus

entregables, así como documentar cómo el proyecto demostrará el cumplimiento con los mismos". Este proceso proporciona una guía sobre cómo se gestionará y verificará la calidad a lo largo del proyecto, llevándose a cabo una única vez o en puntos predefinidos del proyecto. La planificación debe llevarse a cabo paralelamente a los demás procesos de planificación.

Figura 2

Planificar la Gestión de Calidad: Entradas, Herramientas y Técnicas, Salidas



Fuente: (Project Management Institute, 2017, p. 277)

2.5.2 Gestionar la Calidad

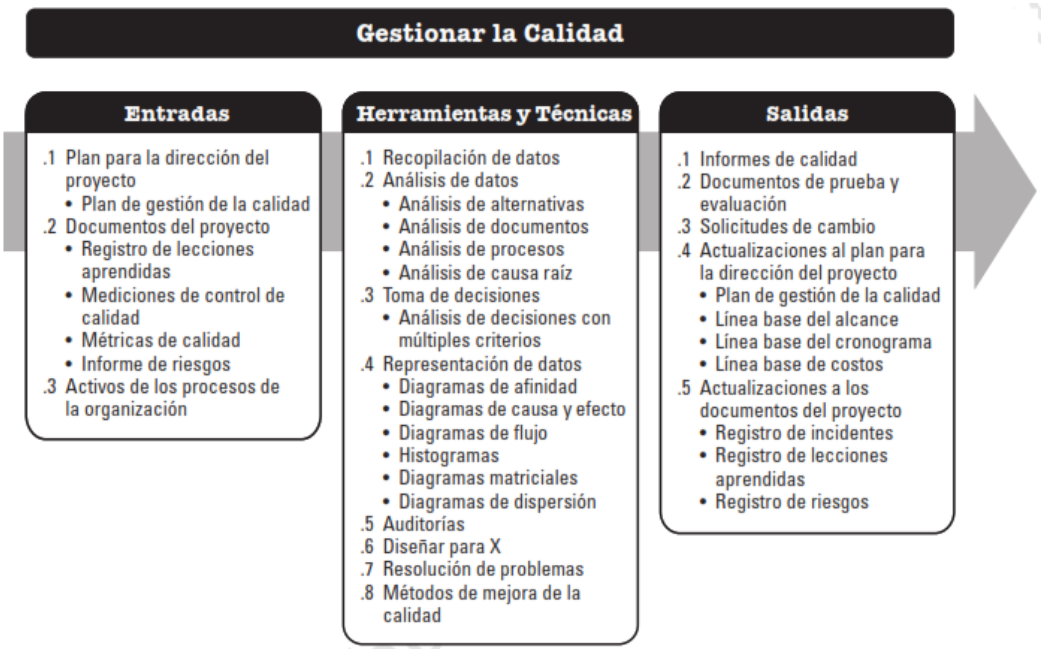
El PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 288) indica que "es el proceso de convertir el plan de gestión de calidad en actividades ejecutables de calidad que incorporen al proyecto las políticas de calidad de la organización". Los beneficios clave son el aumento de la probabilidad de cumplir con los objetivos, así como la identificación de procesos ineficaces y las causas de la calidad deficiente. El uso de datos y resultados de procesos de control de calidad permite reflejar el

estado de la calidad del proyecto a los interesados. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de todo el proyecto.

Gestionar la calidad, más que ser un aseguramiento de calidad, se basa en cumplir con los estándares a fin de asegurar que el producto final satisfaga las necesidades, expectativas y requisitos de los interesados (Project Management Institute, 2017, p. 289).

Figura 3

Gestionar la Calidad: Entradas, Herramientas y Técnicas, Salidas



Fuente: (Project Management Institute, 2017, p. 288)

2.5.3 Controlar la calidad

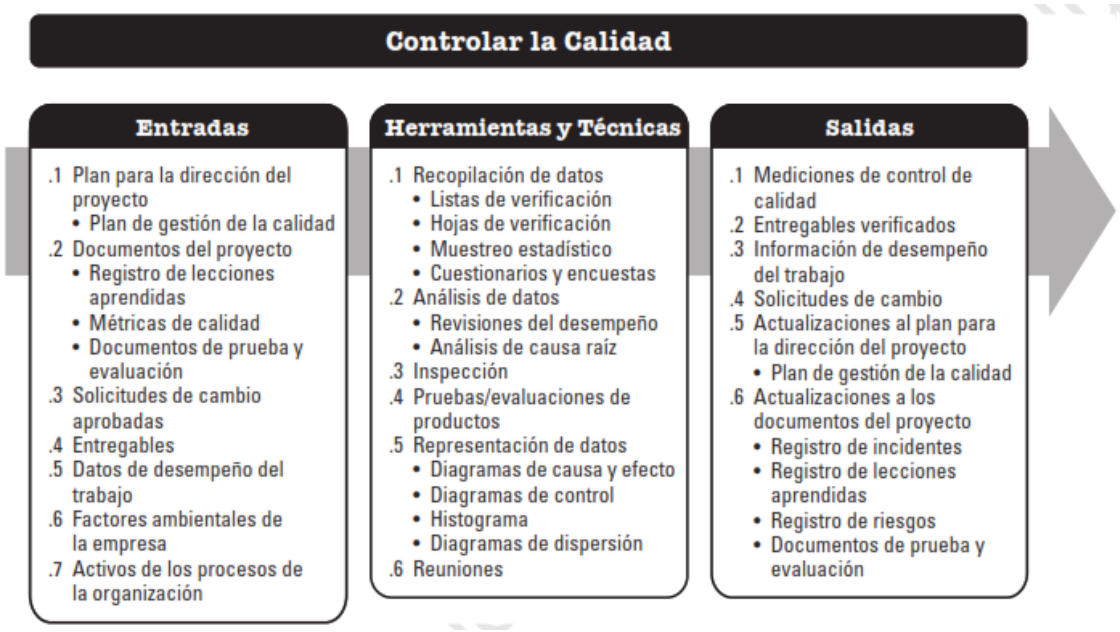
El PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 298) dice que "es el proceso de monitorear y registrar los resultados de la ejecución de las actividades de gestión de calidad, para evaluar el desempeño y asegurar que las salidas del proyecto sean completas, correctas y satisfagan las expectativas del cliente". El beneficio es verificar que los entregables y el trabajo del proyecto cumplen con los

requisitos especificados por los interesados para la aceptación final. El proceso determina si las salidas del proyecto cumplen con los estándares, requisitos, regulaciones y especificaciones. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de todo el proyecto a fin de demostrar que se han cumplido los criterios de aceptación en base a datos fiables.

Según el PMBOK (Project Management Institute, 2017, p. 299) “el proceso de controlar la calidad se realiza para medir la integridad, el cumplimiento y la adecuación para el uso de un producto o servicio antes de la aceptación de los usuarios y entrega final”.

Figura 4

Controlar la Calidad: Entradas, Herramientas y Técnicas, Salidas



Fuente: (Project Management Institute, 2017, p. 298)

2.6 RAP

El Pavimento Asfáltico Reciclado de acuerdo con (Argüello y Jose, 2019) “consiste en material recuperado de un pavimento flexible que ha alcanzado el final de su vida de

servicio; no obstante, sus características permiten reutilizarlo como parte de estructuras nuevas o rehabilitadas."

2.7 Polvo de llanta de avión

El polvo de llanta de avión emerge como una alternativa innovadora en la construcción de pavimentos. Este material, proveniente del reciclaje de neumáticos fuera de uso, ofrece una serie de ventajas para la construcción de infraestructuras viales más sostenibles, duraderas y seguras. Las ventajas que presentan son: mayor durabilidad, seguridad vial, permeabilidad, sostenibilidad, costo. (MULTINSA, 2023)

3. CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1 Descripción del proyecto

Este proyecto tiene como finalidad mejorar la infraestructura vial en las zonas aledañas al Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre de Quito, mediante la utilización de un pavimento asfáltico reciclado (RAP) y polvo de llanta de avión. Se busca implementar alternativas sostenibles que empleen materiales reciclados, con el fin de reducir el impacto ambiental y los costos de construcción de vías.

El constante aterrizaje y despegue de los aviones en el aeropuerto han terminado generando una cantidad considerable de residuos de caucho provenientes del desgaste de las llantas de los aviones, siendo este un material reciclado que se obtiene por parte de Quiport como un subproducto para el aprovechamiento de mantenimientos y mejora de la infraestructura vial.

El proyecto contempla la utilización de una mezcla asfáltica en frío, compuesta por pavimento asfáltico reciclado (RAP), polvo de llanta de avión, arena y una emulsión asfáltica. Esta mezcla será empleada para la pavimentación de una vía de 1 km de longitud. Se pretende que esta mezcla de polvo de llanta de avión y RAP ayude al

mejoramiento de la infraestructura vial en zonas cercanas al aeropuerto, reduciendo la posibilidad de accidentes gracias a una pavimentación de mayor calidad. Así mismo, el uso de estos materiales reciclados nos permite reducir el impacto ambiental y los costos de construcción. De igual manera, se pretende buscar una movilidad sostenible y promover prácticas más innovadoras en la construcción.

3.2 Ubicación del proyecto

El material reciclado que consta del polvo de llanta de avión y el pavimento asfáltico reciclado es almacenado por Quiport dentro del Aeropuerto de Quito.

Figura 5

Ubicación del almacenamiento de polvo de llanta de avión y RAP



Fuente: (Google, Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre, 2024)

Figura 6

Almacenamiento de Pavimento Asfáltico Reciclado



Fuente: Fabricio Zurita

Figura 7

Ubicación de la vía pavimentada con polvo de llanta de avión y RAP



Fuente: (Google, Vía Ferrea, 2024)

Figura 8

Vía pavimentada con polvo de llanta de avión y RAP



Fuente: (Google, Vía Ferrea, 2024)

3.3 Control de Calidad

3.3.1 Estándares de calidad

En esta plantilla se detallarán las normas de control de calidad de materiales que se aplican en el proyecto. Estas normas incluyen tanto estándares de calidad como decretos de seguridad y salud laboral.

Se pueden incluir los estándares de calidad de la Organización Internacional de Normalización (ISO), etc. O bien, su plan puede tener que considerar ciertos criterios de calidad que su empresa o cliente requiere.

Tabla 1

3.3.2 Objetivos de calidad

Se proporcionan detalles acerca de los objetivos del control de calidad para el proyecto de manera clara y específica, en el que se incluyen criterios de medición.

MÉTRICA / ESPECIFICACIONES	MEDICIONES
CUMPLIMIENTO DE NORMAS	Incluyen las especificaciones, las características, el tiempo del ciclo, el costo, los recursos, la reducción de las imperfecciones y los errores, y el grado de uniformidad, efectividad, fiabilidad, etc.
DUCTILIDAD	Incluyen pasos del proceso que se relacionan con las prácticas o procedimientos operativos de su organización.
PENETRACIÓN	Incluyen los patrocinadores, la gerencia y los recursos que tiene que tener en cuenta durante el proceso de control de calidad.
ESTABILIDAD AL ALMACENAMIENTO	Incluyen las prácticas, procedimientos e instrucciones de control de calidad aplicables.
ENSAYO DE ASENTAMIENTO	Incluyen los criterios de pruebas de control de calidad que utilizará en varias etapas. Los criterios incluyen la inspección, los programas de auditoría, etc.
PROCESO DE CAMBIO DE CONTROL DE CALIDAD	Se refiere a cómo documentará y comunicará los cambios/mejoras en el proceso de control de calidad.
KPI DE CONTROL DE CALIDAD	Incluya los detalles sobre los indicadores clave de rendimiento (KPI) que utilizará para medir la efectividad de los objetivos de control de calidad.

MÉTRICA / ESPECIFICACIONES	MEDICIONES
ETC.	

Tabla 2

3.3.3 Roles y responsabilidades de calidad

Se asignan las funciones y responsabilidades que son requeridas para el proceso de control de calidad. Los distintos roles deben tener tareas específicas que garanticen la mejora continua de la calidad.

ROLES	RESPONSABILIDADES
GERENTE DE GARANTÍA DE CALIDAD	Esta persona es responsable del proceso general de control de calidad con respecto al proyecto/producto.
GERENTE DE PROYECTOS	Esta persona es responsable de programar y gestionar las actividades de control de calidad.
DESARROLLADORES	Esta persona es responsable de desarrollar/entregar los estándares de control de calidad.
MIEMBROS DEL EQUIPO DE GARANTÍA DE CALIDAD	Esta persona es responsable de la calidad del proyecto o de los componentes individuales del producto.
ETC.	

Tabla 3

3.3.4 Entregas de procesos sujetos a revisión de calidad

Se proporciona una lista con los entregables de control de calidad. Esta lista debe contener los documentos que evidencien y garanticen el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos. De igual manera se incluye una lista con los procesos que se llevan a cabo para realizar el control de calidad.

ENTREGA O PROCESO A REVISAR	DETALLES DE LA REVISIÓN DE CALIDAD
Análisis de requisitos	
Planificación de pruebas	
Diseño de prueba	
Ejecución de pruebas e informes de defectos	
Pruebas de repetición y regresión	
Pruebas de aceptación del usuario (UAT)	
Pruebas de publicación	
Etc.	

Tabla 4

3.3.5 Hitos del control de calidad

Se proporcionan los detalles sobre cuándo y cómo se comprobarán la calidad.

PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD	HITOS	RESPONSABLE	DOCUMENTACIÓN
Análisis de requisitos	Determine las fechas de preparación de las pruebas	Gerente de proyectos	
UAT	Realice pruebas de aceptación de usuarios de 1 semana (UAT) para garantizar la calidad del proyecto/producto	Gerente de QA	

Tabla 5

3.3.6 Informe

Esta plantilla es el informe que se realizará de manera diaria para poder llevar a cabo el control de calidad en la obra. Este informe nos permite verificar que las actividades, materiales, pruebas de calidad y medidas de seguridad se documenten de manera adecuada, garantizando el cumplimiento los estándares de calidad establecidos.

Figura 9

Plantilla de informe de control de calidad

PLANTILLA DE INFORME DIARIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN

DETALLES DEL PROYECTO

NOMBRE DEL PROYECTO			N.º DE PROYECTO
UBICACIÓN DEL PROYECTO			**N.º DE INFORME**
NOMBRE DEL CONTRATISTA		**PUNTO DE CONTACTO DEL CONTRATISTA**	**TELÉFONO CONTRATISTA**
NOMBRE DEL PROPIETARIO		**PUNTO DE CONTACTO DEL PROPIETARIO**	**TELÉFONO DEL PROPIETARIO**
CLIMA	**TEMPERATURA**	**FECHA**	**HORA**

DETALLES DE LA ACTIVIDAD DEL CONTRATISTA / SUBCONTRATISTA

DESCRIBIR EL PROGRESO DEL TRABAJO	CONTRATISTA / SUBCONTRATISTA	EQUIPOS UTILIZADOS	COMERCIO	No. de TRABAJADORES	TOTAL DE HORAS
			TOTALES	0	0

DETALLES DE LA INSPECCIÓN DE QC

Especifique las fases de control de calidad, incluidos los detalles previos, iniciales y de seguimiento y los resultados de las inspecciones.

DETALLES DE LA PRUEBA

PRUEBAS REALIZADAS	RESULTADOS DE LAS PRUEBAS

INFORMACIÓN DE VISITANTES

NOMBRE DEL VISITANTE	REPRESENTANDO

DETALLES DE LOS MATERIALES RECIBIDOS

OBSERVACIONES ADICIONALES

NOMBRE DEL PREPARADOR	TÍTULO	FIRMA

4. CAPÍTULO IV: APLICACIÓN DEL PROYECTO Y POWER BI

4.1 Estándares de calidad

Se presentan los estándares y normas que debe cumplir el proyecto para cumplir con la calidad.

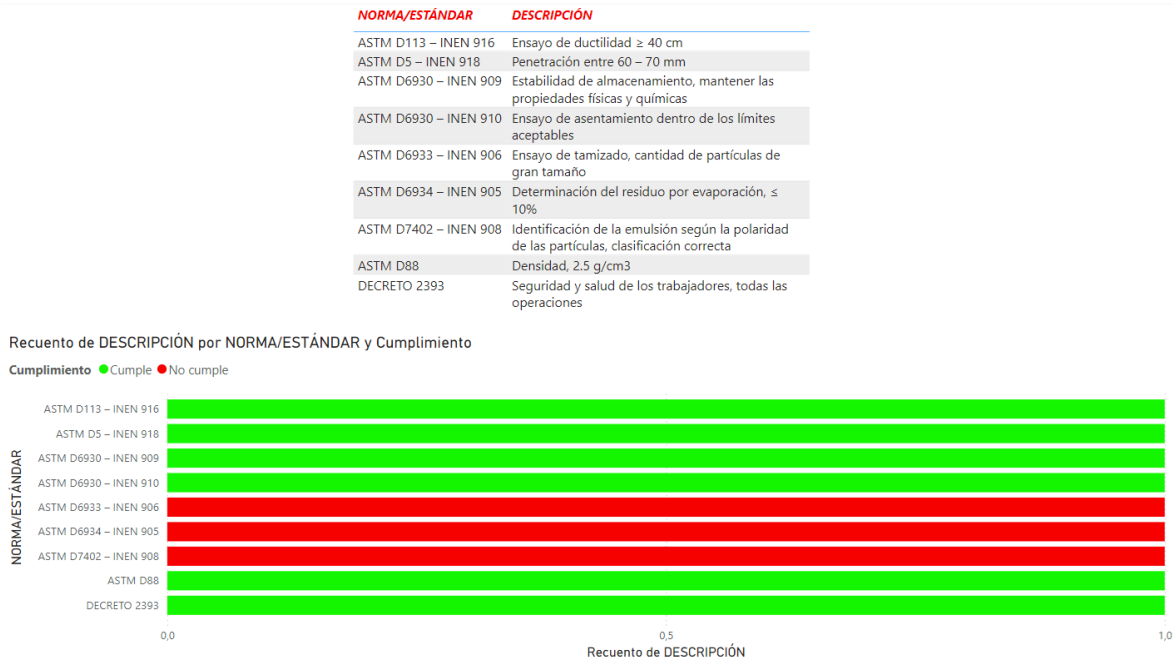
NORMA/ESTÁNDAR	DESCRIPCIÓN
ASTM D113 – INEN 916	Ensayo de ductilidad ≥ 40 cm
ASTM D5 – INEN 918	Penetración entre 60 – 70 mm
ASTM D6930 – INEN 909	Estabilidad de almacenamiento, mantener las propiedades físicas y químicas
ASTM D6930 – INEN 910	Ensayo de asentamiento dentro de los límites aceptables
ASTM D6933 – INEN 906	Ensayo de tamizado, cantidad de partículas de gran tamaño
ASTM D6934 – INEN 905	Determinación del residuo por evaporación, ≤ 10%
ASTM D7402 – INEN 908	Identificación de la emulsión según la polaridad de las partículas, clasificación correcta
ASTM D88	Densidad, 2.5 g/cm^3
DECRETO 2393	Seguridad y salud de los trabajadores, todas las operaciones

Tabla 6: *Estándares de calidad*

Power BI nos permite visualizar de mejor manera el cumplimiento de estas normas/estándares, lo que ayuda a un control mayor.

Figura 10

Ejemplo estándares de calidad



NORMA/ESTÁNDAR	DESCRIPCIÓN
ASTM D113 – INEN 916	Ensayo de ductilidad ≥ 40 cm
ASTM D5 – INEN 918	Penetración entre 60 – 70 mm
ASTM D6930 – INEN 909	Estabilidad de almacenamiento, mantener las propiedades físicas y químicas
ASTM D6930 – INEN 910	Ensayo de asentamiento dentro de los límites aceptables
ASTM D6933 – INEN 906	Ensayo de tamizado, cantidad de partículas de gran tamaño
ASTM D6934 – INEN 905	Determinación del residuo por evaporación, ≤ 10%
ASTM D7402 – INEN 908	Identificación de la emulsión según la polaridad de las partículas, clasificación correcta
ASTM D88	Densidad, 2.5 g/cm3
DECRETO 2393	Seguridad y salud de los trabajadores, todas las operaciones

Fuente: Power BI, Fabricio Zurita

4.2 Objetivos de calidad

Se busca garantizar que el polvo de llanta de avión y RAP proporcionados por Quiport cumplan las normas ASTM – INEN, asegurando una vía de 4° orden sostenible.

MÉTRICA / ESPECIFICACIONES	MEDICIONES
OBJETIVOS DE CONTROL DE CALIDAD	Pavimentación de 1 km de una vía rural Utilizar RAP de 5cm de espesor sobre empedrado Utilizar aditivos para mejorar la adherencia
REDUCCIÓN DE IMPERFECCIONES	Inspección de RAP y polvo de llanta de avión Procedimientos estrictos de control de calidad Minimización de errores e imperfecciones

MÉTRICA / ESPECIFICACIONES	MEDICIONES
PASOS DE CONTROL DE CALIDAD	Aplicación de la mezcla asfáltica Compactación y nivelación Inspección y pruebas de calidad
RESPONSABILIDADES DE CALIDAD	Patrocinadores: GAD y Quiport Gerente de proyecto: Laboratorista Inspectores
NORMAS DOCUMENTADAS	Normas ASTM, INEN listadas. Decreto 2393 de seguridad ocupacional
PRUEBAS DE CALIDAD	Ensayos de emulsiones y mezclas asfálticas según ASTM e INEN Inspecciones visuales y técnicas Auditorías periódicas
PROCESO DE CAMBIO	Documentación y comunicación de cambios Revisión y actualización de procedimientos
KPI DE CALIDAD	Número de defectos en la mezcla aplicada Satisfacción de patrocinadores y usuarios Cumplimiento de especificaciones técnicas y normativas

Tabla 7: *Objetivos de calidad*

Figura 11

Ejemplo objetivos de calidad

Métrica/Especificaciones	*Mediciones*
KPI DE CALIDAD	Cumplimiento de especificaciones técnicas y normativas
KPI DE CALIDAD	Número de defectos en la mezcla aplicada
KPI DE CALIDAD	Satisfacción de patrocinadores y usuarios
NORMAS DOCUMENTADAS	Decreto 2393 de seguridad ocupacional
NORMAS DOCUMENTADAS	Normas ASTM, INEN listadas.
OBJETIVOS DE CONTROL DE CALIDAD	Pavimentación de 1 km de una vía rural
OBJETIVOS DE CONTROL DE CALIDAD	Utilizar aditivos para mejorar la adherencia
OBJETIVOS DE CONTROL DE CALIDAD	Utilizar RAP de 5cm de espesor sobre empedrado
PASOS DE CONTROL DE CALIDAD	Aplicación de la mezcla asfáltica
PASOS DE CONTROL DE CALIDAD	Compactación y nivelación
PASOS DE CONTROL DE CALIDAD	Inspección y pruebas de calidad
PROCESO DE CAMBIO	Documentación y comunicación de cambios
PROCESO DE CAMBIO	Revisión y actualización de procedimientos
PRUEBAS DE CALIDAD	Auditorías periódicas
PRUEBAS DE CALIDAD	Ensayos de emulsiones y mezclas asfálticas según ASTM e INEN
PRUEBAS DE CALIDAD	Inspecciones visuales y técnicas
REDUCCIÓN DE IMPERFECCIONES	Inspección de RAP y polvo de llanta de avión
REDUCCIÓN DE IMPERFECCIONES	Minimización de errores e imperfecciones
REDUCCIÓN DE IMPERFECCIONES	Procedimientos estrictos de control de calidad
RESPONSABILIDADES DE CALIDAD	Gerente de proyecto:
RESPONSABILIDADES DE CALIDAD	Inspectores
RESPONSABILIDADES DE CALIDAD	Laboratorista
RESPONSABILIDADES DE CALIDAD	Patrocinadores: GAD y Quiport



Fuente: Power BI, Fabricio Zurita

4.3 Roles y responsabilidades de calidad

Se han asignado los roles y responsabilidades específicas necesarias para realizar el proceso de control de calidad.

ROLES	RESPONSABILIDADES
FISCALIZADOR	Responsable del proceso general de control de calidad
GERENTE DE PROYECTOS	Programar y gestionar las actividades de control de calidad
MIEMBROS DEL EQUIPO DE GARANTÍA DE CALIDAD	Asegurar la calidad del proyecto o componentes individuales

ROLES	RESPONSABILIDADES
LABORATORISTAS	Realizar pruebas y ensayos de materiales y mezclas asfálticas
INSPECTORES DE CAMPO	Supervisar y verificar la calidad de la colocación del RAP y polvo de llanta de avión en el sitio

Tabla 8: *Roles y responsabilidades de calidad*

Figura 12

Ejemplo roles y responsabilidades de calidad

Roles	Responsabilidades
GERENTE DE CALIDAD	Responsable del proceso general de control de calidad
GERENTE DE PROYECTOS	Programar y gestionar las actividades de control de calidad
INSPECTORES DE CAMPO	Supervisar y verificar la calidad de la colocación del RAP y polvo de llanta de avión en el sitio
LABORATORISTAS	Realizar pruebas y ensayos de materiales y mezclas asfálticas
MIEMBROS DEL EQUIPO DE GARANTÍA DE CALIDAD	Asegurar la calidad del proyecto o componentes individuales

Fuente: Power BI, Fabricio Zurita

4.4 Entregas de procesos sujetos a revisión de calidad

Se enlistan las entregas del proyecto y los procesos que serán realizados en términos de calidad.

ENTREGA O PROCESO A REVISAR	DETALLES DE LA REVISIÓN DE CALIDAD
ANÁLISIS DE REQUISITOS	Verificación de cumplimiento con normas ASTM – INEN, asegurando que los requisitos estén definidos y documentados.

ENTREGA O PROCESO A REVISAR	DETALLES DE LA REVISIÓN DE CALIDAD
PLANIFICACIÓN DE PRUEBAS	Desarrollo de un plan de pruebas detallado, donde especificando los criterios de aceptación.
DISEÑO DE PRUEBA	Métodos y procedimientos de prueba, asegurando que las pruebas sean repetibles y precisas.
EJECUCIÓN DE PRUEBAS E INFORMES DE DEFECTOS	Realización de pruebas según el plan y documentación de cualquier defecto, incluyendo análisis y acciones correctivas.
PRUEBAS DE REPETICIÓN Y REGRESIÓN	Verificación de correcciones y re-evaluación de los componentes del proyecto para asegurar que los defectos han sido resueltos.
PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DEL USUARIO	Pruebas finales y aceptación por parte del usuario, asegurando que el proyecto cumple con los requisitos.
PRUEBAS DE PUBLICACIÓN	Validación final de que el producto es seguro y cumple con todas las especificaciones

Tabla 9: *Entregas y procesos sujetos a revisión de calidad*

Figura 13

Ejemplo Entregas y procesos sujetos a revisión de calidad

Entrega o proceso a revisar	Detalles de la revisión de calidad
ANÁLISIS DE REQUISITOS	Verificación de cumplimiento con normas ASTM – INEN, asegurando que los requisitos estén definidos y documentados.
DISEÑO DE PRUEBA	Métodos y procedimientos de prueba, asegurando que las pruebas sean repetibles y precisas.
EJECUCIÓN DE PRUEBAS E INFORMES DE DEFECTOS	Realización de pruebas según el plan y documentación de cualquier defecto, incluyendo análisis y acciones correctivas.
PLANIFICACIÓN DE PRUEBAS	Desarrollo de un plan de pruebas detallado, donde especificando los criterios de aceptación.
PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DEL USUARIO	Pruebas finales y aceptación por parte del usuario, asegurando que el proyecto cumple con los requisitos.
PRUEBAS DE PUBLICACIÓN	Validación final de que el producto es seguro y cumple con todas las especificaciones
PRUEBAS DE REPETICIÓN Y REGRESIÓN	Verificación de correcciones y re-evaluación de los componentes del proyecto para asegurar que los defectos han sido resueltos.

Fuente: Power BI, Fabricio Zurita

4.5 Hitos del control de calidad

PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD	HITOS	RESPONSABLE	DOCUMENTACIÓN
Recepción de materiales	Verificación de RAP y polvo de llanta de avión	Supervisor de obra	Registro de recepción de materiales
Mezcla de materiales	Ensayos de calidad de la mezcla asfáltica	Laboratorio de calidad	Informe de ensayos
Aplicación del RAP	Colocación de la capa de RAP de 5 cm sobre el empedrado	Equipo de pavimentación	Registro de aplicación del RAP
Compactación inicial	Compactación inicial de la capa de RAP	Equipo de compactación	Registro de compactación inicial
Aplicación del polvo de llanta de avión	Mezcla del polvo de llanta de avión con el aditivo y aplicación	Laboratorio de calidad	Informe de mezcla y aplicación
Compactación final	Compactación final de la mezcla asfáltica	Ingeniero de campo	Reporte de compactación final
Pruebas de calidad del pavimento	Pruebas de densidad y resistencia del pavimento	Laboratorio de calidad	Resultados de pruebas
Toma de muestras	Toma de muestras cada 50 metros durante la aplicación	Inspector de calidad	Registro de muestras

PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD	HITOS	RESPONSABLE	DOCUMENTACIÓN
Inspección final	Revisión final y aceptación del tramo de 1 km	Supervisor de obra	Informe de inspección final
Control de seguridad	Verificación del cumplimiento de la norma de seguridad (Decreto 2393)	Supervisor de seguridad	Registro de auditoría de seguridad
Entrega del proyecto	Entrega formal y aceptación del proyecto por parte del GAD	Supervisor de obra	Acta de entrega y aceptación

Tabla 10: *Hitos del control de calidad*

Figura 14

Ejemplo hitos de control de calidad

Proceso de control de calidad	Hitos	Responsable	Documentación
Aplicación del polvo de llanta de avión	Mezcla del polvo de llanta de avión con el aditivo y aplicación	Laboratorio de calidad	Informe de mezcla y aplicación
Aplicación del RAP	Colocación de la capa de RAP de 5 cm sobre el empedrado	Equipo de pavimentación	Registro de aplicación del RAP
Compactación final	Compactación final de la mezcla asfáltica	Ingeniero de campo	Reporte de compactación final
Compactación inicial	Compactación inicial de la capa de RAP	Equipo de compactación	Registro de compactación inicial
Control de seguridad	Verificación del cumplimiento de la norma de seguridad (Decreto 2393)	Supervisor de seguridad	Registro de auditoría de seguridad
Entrega del proyecto	Entrega formal y aceptación del proyecto por parte del GAD	Supervisor de obra	Acta de entrega y aceptación
Inspección final	Revisión final y aceptación del tramo de 1 km	Supervisor de obra	Informe de inspección final
Mezcla de materiales	Ensayos de calidad de la mezcla asfáltica	Laboratorio de calidad	Informe de ensayos
PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD	HITOS	RESPONSABLE	DOCUMENTACIÓN
Pruebas de calidad del pavimento	Pruebas de densidad y resistencia del pavimento	Laboratorio de calidad	Resultados de pruebas
Recepción de materiales	Verificación de RAP y polvo de llanta de avión	Supervisor de obra	Registro de recepción de materiales
Toma de muestras	Toma de muestras cada 50 metros durante la aplicación	Inspector de calidad	Registro de muestras

Fuente: Power BI, Fabricio Zurita

4.6 Análisis de resultados

- Power BI nos permite visualizar de manera más clara el control que debemos llevar con los estándares de calidad y los objetivos de calidad, con un gráfico de barras, con el fin de controlar de manera eficaz los requisitos que se deben cumplir para que el proyecto avance de manera eficaz.
- Mediante tablas se determinan claramente los roles y responsabilidades que se deben cumplir para llevar un correcto control de calidad.
- Los hitos identificados nos permiten determinar los puntos clave del proyecto y la asignación a las personas responsables.

5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- La aplicación de la metodología del PMBOK para la gestión de calidad demuestra ser de vital importancia al iniciar un proyecto. Permite seguir el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos. Las prácticas del PMBOK junto con la herramienta Power BI nos ayudará a prevenir, controlar y mitigar los riesgos asegurando la calidad del proyecto.
- El plan de gestión de calidad permitirá realizar un seguimiento de control de calidad, lo que nos ayuda a identificar y monitorear los requisitos y alternativas para un claro cumplimiento de las especificaciones y normas establecidas.
- El uso de la herramienta Power BI es esencial para una mejor visualización y seguimiento de los requisitos que debe cumplir el proyecto. La capacidad de Power BI para relacionar diferentes fuentes de datos de una manera más dinámica, brindando una visión clara del desempeño, lo que facilita la toma de alternativas que ayudan al éxito del proyecto.

- El análisis de la calidad permitirá detectar desviaciones, evaluar si se cumplen los requisitos y estándares, e implementar correcciones, garantizando el cumplimiento del proyecto.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda implementar la metodología del PMBOK para todas las gestiones en todos los proyectos de construcción, y aplicarlas en conjunto, ya que ayuda a una mejor planificación, monitoreo y control de los proyectos, mejorando la eficiencia de estos.
- Se recomienda el uso de herramientas como Power BI para una mejor visualización y análisis de datos para facilitar la toma de decisiones. Esto permitirá tener un mayor control sobre las alternativas y cumplimientos para una calidad correcta del proyecto.
- Seguir realizando investigaciones para ampliar el uso de materiales reciclados como el Pavimento Asfáltico Reciclado y el polvo de llanta de avión, con el fin de promover la sostenibilidad.
- Se recomienda invertir en capacitaciones de programas y el uso de nuevas tecnologías para el desarrollo profesional en cuanto a la gestión de proyectos, asegurando la mejora de competencia y el conocimiento actual de las nuevas tendencias.

6. BIBLIOGRAFÍA

Argüello, F., y Jose, A. (2019). *Mezclas Asfálticas con RAP: Pavimentos Asfálticos Reciclados.*

BID, B. I. (2017). *Mejorando las vías de acceso a comunidades rurales. Informe Técnico.*

Cloded Menendez, J. (s.f.). *Deloitte*. Deloitte: https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/que-es-power-bi.html

Control de Tránsito del Ecuador. (2015). *Control de tránsito en las carreteras troncales del Ecuador.*

Gallego, J., Rodríguez-Fernández, I., y Pérez-Rey, I. (2020). Evaluación del impacto ambiental y económico de la incorporación de pavimento asfáltico reciclado en mezclas bituminosas. Revista de Ingeniería de Construcción. 50-62.

Google. (2024). *Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre*. https://www.google.com/maps/place/Aeropuerto+Internacional+Mariscal+Sucre/@-0.1242271,-78.3631433,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x91d58db4352baa87:0x2f9f7623e0894b8b!8m2!3d-0.1242271!4d-78.3605684!16s%2Fm%2F05sxdky?entry=ttu

Google. (2024). *Vía Ferrea*. https://www.google.com/maps/place/Via+Ferrea,+Quito/@-0.1708632,-78.3284815,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x91d592faaa2a3ac5:0xcfacc3558da9953c!8m2!3d-0.1708632!4d-78.3259066!16s%2Fg%2F11hyx_hqrj?entry=ttu

Insituto del Cemento Portland Argentino. (2019). *ICPA*. ICPA: https://icpa.org.ar/wp-content/uploads/2019/04/07-Pavimentos-sostenibles.pdf

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2024). *Libro de Obra.*

MULTINSA, C. (8 de Marzo de 2023). *MULTINSA*. multinsa.com: https://www.multinsa.com/como-se-hace-el-asfalto-con-polvo-de-caucho/

Pérez, A. (25 de Abril de 2021). *OBS Business School*. OBS Business School: https://www.obsbusiness.school/blog/que-es-un-proyecto-una-definicion-practica

PMI. (2022). *Project Management Institute*. Project Management Institute: https://www.pmi.org/about

Project Management Institute. (2017). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) 6th ed.* Project Management Institute.

Yepes, V. (21 de Junio de 2021). *Univeritat Politécnica de Valencia*. El blog de Víctor Yepes: https://victoryepes.blogs.upv.es/tag/libro-de-gestion-de-calidad-de-obra/

Zaragoza, S., Gómez, J., y Aguado, A. (2019). Aplicación de técnicas de gestión de proyectos en la construcción de infraestructuras viales. 75-88.