



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACION DE COSTOS DE DIFERENTES
ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO VIAL EN LA
CIUDAD DE CUENCA ZONA URBANA**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

AUTORES: MIRIAN JOHANNA ORELLANA QUIRIDUMBAY

SANDRA JACQUELINE AUQUILLA YUNGA

**DIRECTOR: ING. PAOLA VERONICA DELGADO GARZON
MGTR**

CUENCA - ECUADOR

2024

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACION DE COSTOS DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE
MANTENIMIENTO VIAL EN LA CIUDAD DE CUENCA ZONA URBANA**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO CIVIL**

AUTORES: MIRIAN JOHANNA ORELLANA QUIRIDUMBAY

SANDRA JACQUELINE AUQUILLA YUNGA

DIRECTOR: ING. PAOLA VERONICA DELGADO GARZON MGTR

CUENCA – ECUADOR

2023

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Sandra Jacqueline Auquilla Yunga y **Mirian Johanna Orellana Quiridumbay** portadore(a)s de las cédulas de ciudadanía N.º **0106656333** y **0105585111**. Declaramos ser autore(a)s de la obra: “**Evaluación de costos de diferentes alternativas de mantenimiento vial en la ciudad de Cuenca zona urbana**”, sobre la cual nos hacemos responsables sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaramos que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximimos a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaramos finalmente que nuestra obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también nos responsabilizamos y eximimos a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 01 de marzo del 2024

F:

Sandra Jacqueline Auquilla Yunga

0106656333

F:

Mirian Johanna Orellana Quiridumbay

0105585111

CERTIFICADO

Certifico que el presente trabajo de titulación con el tema "EVALUACION DE COSTOS DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO VIAL EN LA CIUDAD DE CUENCA ZONA URBANA", fue desarrollado por Mirian Johanna Orellana Quiridumbay, Sandra Jacqueline Auquilla Yunga, bajo mi supervisión.

Atentamente

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



ING.PAOLA VERÓNICA DELGADO GARZÓN , MGS

CI: 0103801973

Docente Tutor

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de titulación a Dios por iluminar mi mente, y guiarme a concluir mi carrera, a mis padres en especial a mi madre por ser la razón de mi vida, sus enseñanzas y valores perduraran por siempre en mi corazón, como persona y como profesional, todo lo que soy es gracias a ti, aunque ya no estés conmigo, sé que desde el cielo me cuidas.
“Mirian”

Quiero dedicarle este trabajo de titulación a mi amada familia, cuyo apoyo incondicional ha sido mi mayor fortaleza a lo largo de este arduo viaje académico ya que ellos han sido mi fuente inagotable de amor, paciencia y aliento. Este logro es todo suyo como mío y celebro con ustedes este capítulo de éxito en nuestra historia compartida. “Jacqueline”

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios de todo corazón, el principio y el fin de mi existencia, por ser mi guía y fortaleza en este emocionante viaje de aprendizaje y logros. Su amor incondicional y gracia han sido mi refugio en cada desafío y obstáculo que se me han presentado y la motivación en cada éxito. A Dios le entrego este logro, reconociendo que sin su benevolencia, nada de esto sería posible.

Agradezco a mis padres por cuidar de mí siempre, por guiar mis primeros pasos, por darme una educación digna, ustedes me dieron la base para llegar a ser quien soy ahora, solo agradecimientos por dejarme la mejor herencia del mundo sus enseñanzas. A mis hermanos por su presencia constante a lo largo de mi vida. En especial Aníval y Mayra por ese apoyo incondicional económico y moral, por su comprensión y esfuerzo que me brindaron sin tener obligación, gracias infinitas por ayudarme a cumplir mis objetivos como estudiante.

Quiero agradecer a todas las personas que han contribuido de manera significativa a la realización de este trabajo de titulación y en especial a mis padres y mis hermanos quienes han sido la parte principal y fundamental de esta formación académica durante todo mi periodo de estudio, deseo que sepan que este logro no hubiera sido posible sin ustedes y su apoyo incondicional.

A la Ing. Paola Delgado quien, nos brindó su apoyo, tiempo, comprensión y conocimientos para llegar a culminar esta etapa tan importante en nuestras vidas, llevando a cabo este trabajo de investigación de principio a fin, nuestro más sincero agradecimiento.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo principal evaluar los gastos vinculados al mantenimiento vial, considerando distintos tipos de pavimentos (flexibles, rígidos y articulados) para calcular el presupuesto de un proyecto vial en la zona urbana de la Ciudad de Cuenca. La metodología sigue un enfoque tradicional, abordando el planteamiento del problema, análisis de datos, y diseñando una herramienta basada en el análisis de precios unitarios (APUS) mediante el uso de Python y otras tecnologías, realización de pruebas para la verificación del programa y por último puesta en marcha para la obtención de resultados.

La obtención de información se realizará a partir de fuentes bibliográficas confiables y entidades competentes en el ámbito vial, como la Prefectura del Azuay, el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Cuenca y el Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

El software desarrollado será verificado y validado mediante el cálculo de los gastos de mantenimiento vial por proyecto, considerando los diferentes pavimentos y deficiencias identificadas en la zona de estudio. El propósito es optimizar la asignación de recursos para los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs), reduciendo el tiempo necesario para el cálculo mediante el análisis de precios unitarios. Buscamos simular programas existentes, pero con la ventaja de ser de acceso gratuito. Los resultados obtenidos revelarán la eficiencia del programa, proporcionando una herramienta valiosa y estableciendo una base sólida para mejorar la sostenibilidad de la red vial urbana en Cuenca.

Palabras clave:

Mantenimiento, fallas, pavimento, costos, diseño, normativa, resultados

ABSTRACT

This graduation thesis aims to assess expenses related to road maintenance, considering different types of pavements (flexible, rigid, and articulated) to calculate the budget for a road project in the urban area of the city of Cuenca. The methodology follows a traditional approach, addressing problem formulation, data analysis, and designing a tool based on Unit Price Analysis (UPA) using Python and other technologies, conducting tests for program verification, and finally implementing it to obtain results.

Information will be gathered from reliable bibliographic sources and competent entities in the road sector, such as the Prefecture of Azuay, the Decentralized Autonomous Government of Cuenca Canton, and the Ministry of Transportation and Public Works.

The developed software will be verified and validated by calculating road maintenance expenses per project, considering different pavements and deficiencies identified in the study area. The goal is to optimize resource allocation for Decentralized Autonomous Governments (GADs by its Spanish acronym), reducing the time required for calculation through unit price analysis. It aims to simulate existing programs with the advantage of being freely accessible. The results will reveal the program's efficiency, providing a valuable tool and establishing a solid foundation for improving the sustainability of the urban road network in Cuenca.

Keywords: maintenance, defects, pavement, costs, regulations, results

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN.....	vi
Palabras clave:	vi
ABSTRACT.....	vii
CAPÍTULO I.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Formulación del problema	2
1.3 Delimitación del problema.....	3
1.4 Justificación del problema.....	4
1.5 Objetivos	5
1.5.1 Objetivo General.....	5
1.5.2 Objetivos específicos.....	5
CAPÍTULO II: Marco Teórico.....	6
2.1 Antecedentes investigativos	6
2.2 Conceptos claves.....	7
2.2.1 Pavimentos	7
2.2.2 Mantenimiento preventivo vial.....	8
2.2.3 Objetivo del Mantenimiento	8

2.2.4 Niveles de Severidad de las fallas.	9
2.3 Pavimentos flexibles	10
2.3.1 Fallas en el pavimento flexible	11
A._ Agrietamiento.....	12
B._ Grietas en forma de piel de cocodrilo	12
C._ Ahuellamiento	13
D._ Hundimiento.....	13
E._ Fisuras longitudinales.....	14
F._ Fisuras transversales.....	15
G._ Desintegración por peladuras.....	16
H._ Baches	16
2.4 Pavimentos rígidos	17
2.4.1 Tipos de pavimento rígido:	18
2.4.2 Fallas en el pavimento rígido.....	19
A._ Juntas	19
B._ Patologías o fallas de juntas	19
C._ Despostillamiento:.....	21
D._ Separación de juntas.....	22
E._ Grietas.....	24
F._ Deterioro superficial	27

G._ Desintegración.....	28
H._ Baches	29
I._ Otros deterioros.....	30
2.5 Pavimentos Articulados	32
2.5.1 Fallas en el pavimento articulado	33
A._ Hundimiento.....	33
B._ Desplazamiento	33
C._ Formación de baches	34
D._ Erosión de juntas de arena	34
E. Pérdida de nivelación.....	34
F._ Deterioro del bloque.....	34
G._ Problemas de drenaje.....	34
H._ Pérdida de color	34
2.6 Normas aplicadas para mantenimiento en vías urbanas	35
2.7 Análisis de costos	37
CAPÍTULO III: Metodología	42
3.1 Levantamiento de Información para Desarrollo de Base de datos.....	43
3.2 Tipo de falla en función de tipología del sistema vial.....	43
3.3 Determinación de la tipología de la vía evaluada	45
3.4 Análisis de alternativas de mantenimiento vial para el software.....	49

3.5 Generación de software para gestión de datos.	50
3.6 Proceso de funcionamiento del software	52
4.1.1 Revisión de propuestas económicas	66
4.2 Experimentación con el software para determinar el costo	70
4.3 Análisis de Resultados.....	78
CAPÍTULO V: Conclusiones y Recomendaciones	80
5.1 Conclusiones	80
5.2 Recomendaciones	81
Capítulo VI: Bibliografía	82

INDICE DE IMÁGENES

Figura 1.- Capas de pavimento flexible	11
Figura 2.-Grietas	12
Figura 3.-Ahuellamiento.....	13
Figura 4.-Hundimiento.....	14
Figura 5.-Fisuras longitudinales.....	15
Figura 6.-Fisuras transversales.....	15
Figura 7.- Desintegración por peladuras.....	16
Figura 8.-Baches	17
Figura 9.-Pavimentos rígidos	18

Figura 10.-Deficiencia de sellados.....	20
Figura 11.- Juntas selladas	22
Figura 12.-Esquema separación de losas y juntas longitudinales	24
Figura 13.-Grietas de esquinas.....	26
Figura 14.-Grietas longitudinales.....	26
Figura 15.-Grietas transversales.....	26
Figura 16.-Grietas inducidas	27
Figura 17.-Fisuramiento por retracción	28
Figura 18. Desintegración.....	29
Figura 19.-Baches	30
Figura 20.- Levantamiento localizado	31
Figura 21.-Pavimento articulado.....	32
Figura 22.-Hundimiento.....	33
Figura 23.- Diagrama de clasificación de grupos de fallas.....	44
Figura 24.- Tabla de rubros de mantenimiento de pavimentos.....	45
Figura 25.- Diagrama de secuencia operativa del programa.....	52
Figura 26.- Archivo "main" ejecutable del programa	52
Figura 27.- Panel de lector de programación	53
Figura 28.- Ventana de inicio de ejecución	53
Figura 29.- Objeto de proyecto	54
Figura 30.- Costo indirecto total	54
Figura 31.-Tipo de falla	55
Figura 32.-Listado de rubros según la falla seleccionada.....	55

Figura 33.- Selección de rubros	56
Figura 34.-"Editar "	57
Figura 35.- "Crear".....	57
Figura 36.- Ventana de edición de rubros.....	58
Figura 37.-Descripción de falla.....	58
Figura 38.- Descripción de rubro	59
Figura 39.-Esquema de rubro.....	59
Figura 40.-Detalle de información de rubro	60
Figura 41.- Calcular Total.....	60
Figura 42.- Editar tipo.....	61
Figura 43.- Calcular	61
Figura 44.- Ventana de presupuesto final	62
Figura 45.- Cargar.....	62
Figura 46.-Opción de cambio de cantidades de obra.....	63
Figura 47.- Creación de rubros	64
Figura 48.-Descripción de grupos de fallas	64
Figura 49.- Descripción de rubro	65
Figura 50.- Edición de datos característicos del rubro.....	65
Figura 51.-Proceso a seguir para guardar nuevo rubro	66
Figura 52.-Piel de cocodrilo ocasionado por agrietación del pavimento.....	67
Figura 53.-Fisuras transversales por deformación de pavimento rígido.....	67
Figura 54.-Hundimiento, desplazamiento, deterioro, pérdida de color, formación de baches de adoquín.	68

Figura 55.-Deterioro y bacheo superficial de pavimento flexible	68
Figura 56.-Agrietamiento del pavimento flexible.....	69
Figura 57.-Formación de baches del pavimento articulado	69
Figura 58.-Desplazamiento del pavimento articulado	70
Figura 59.-Problemas de drenaje del pavimento articulado.....	70
Figura 60.-Ensayo 1 alternativa en pavimento rígido.....	71
Figura 61.- Edición de rubros	72
Figura 62.- Cargando presupuesto final.....	73
Figura 63.- Presupuesto final de pavimento rígido.....	73
Figura 64.- Presupuesto final de pavimento rígido.....	74
Figura 65.- Ensayo 2 alternativa pavimento flexible	75
Figura 66.- Edición de rubros segundo ensayo.....	75
Figura 67.-Presupuesto final para pavimento flexible	76
Figura 68.- Ensayo 3 alternativa pavimento articulado	76
Figura 69.- Edición de rubros	77
Figura 70.- Presupuesto en pavimento articulado.....	77

CAPÍTULO I

1.1 Introducción

El crecimiento acelerado de la población a nivel mundial ha generado muchas necesidades en la sociedad, especialmente para el traslado de alimentos, comunicación entre personas de una comunidad a otra, entre otras necesidades, es por ello que las carreteras deben estar en buen estado todo el tiempo posible. La falta de dinero para dar mantenimiento vial es un problema que se genera diariamente para las instituciones encargadas de llevar a cabo estas obras ya que muchas de las veces el presupuesto destinado no es suficiente, es por ello que quedan muchos tramos viales sin concluir u otras veces en mal estado generando así problemas con la sociedad.

El presente trabajo se ha desarrollado pensando en las necesidades y comodidades que se puede facilitar a los constructores al momento de analizar los presupuestos para las diferentes alternativas de pavimentos ya sea rígido, flexible, y articulado de un proyecto vial tomando en cuenta que los materiales usados para el mantenimiento implica la utilización de un conjunto diverso de materiales para garantizar un funcionamiento adecuado y prolongado de una vía. Para analizar los presupuestos viales existen algunos métodos y programas computarizados, pero la mayoría de estos tienen un costo actual elevado, el cual no es accesible para todos los usuarios.

Para la creación del software, usamos Python y su lenguaje de programación como fuente base y con una añadidura de PyQt5 (Librería para la elaboración de interfaces gratis), Nuitka (Librería de Python para la creación del ejecutable en Windows), SQLite (base de datos), teniendo la facilidad de visualizar los resultados en base a sus necesidades y acorde al análisis de precios unitarios actuales que se establecen.

1.2 Formulación del problema

Uno de los principales problemas para las entidades con competencia vial, es la falta de herramientas que aporten a la gestión vial, falta una cultura de mantenimiento, por lo que es importante identificar en primera instancia cuales son las características de las alternativas de pavimentos que estamos empleando en nuestro medio y la forma en la que le estamos conservando los mismos, para de esta manera, generar herramientas eficientes que permitan a los gestores presupuestar alternativas de mantenimiento tendientes a aumentar la vida útil de una vía antes de pensar en intervenir en la misma con un mejoramiento.

Considerando que las vías son uno de los componentes indispensables para el traslado de personas, alimentación, materiales, etc. es decir, con un factor de calidad de vida confortable, por lo que es necesario tener unas vías cómodas y seguras pero sabemos que son muchos los factores que generan costos elevados y nos impiden mantener unas vías de buena calidad durante todo el año, estos costos que se consideran altos al ser evaluados a tiempo resultan una mejor inversión que esperar a realizar una intervención mayor a una vía sin mantenimiento que ni siquiera alcanza a llegar a su vida útil.

De allí la necesidad de contar con una herramienta básica, económica, segura y útil que nos facilite el trabajo de cálculo para generar una planificación de uso de recursos eficiente. Se propone analizar diferentes alternativas para el mantenimiento vial de pavimentos flexibles, rígidos y articulados que ya han estado en uso exitosamente en la ciudad y dentro de las obras civiles con el fin de generar una base de datos actualizada que pueda ser útil para el usuario considerando los rendimientos locales por parte de las entidades encargadas de mantener las vías urbanas de la ciudad de Cuenca.

1.3 Delimitación del problema

Este trabajo se centra en la elaboración de una herramienta que permita calcular el presupuesto de un proyecto vial analizando diferentes alternativas en los pavimentos flexibles, rígidos y articulados de la parte urbana de la ciudad de Cuenca, evaluando los diferentes tipos de pavimentos de mantenimiento vial. Se excluyen otros tipos de mantenimiento vial que no vayan acorde al tipo de fallas en los pavimentos de la parte urbana de la ciudad de Cuenca, se ingresara a la base de datos del software las APUS únicamente que tengan que ver con el mantenimiento vial de la zona de estudio, descartando otros tipos de mantenimiento vial. Así también los cálculos se centrarán en el análisis de precios unitarios que recogen los equipos, materiales, mano de obra, transporte los mismos que constan de costos actualizados para una mayor precisión en el cálculo.

Dentro de la ciudad no se cuenta con una cultura de conservación vial, es por ello que esta investigación se enfoca en temas como: material pétreo para la calzada, mantenimiento de los drenajes, sello de fisuras, aseo vial, limpieza de cunetas, limpieza de alcantarillas, bacheo, demolición de pavimentos, entre otros. Bajo este concepto, las actividades de este tipo de mantenimiento se pueden programar a lo largo de todo el año, conociendo con certeza el presupuesto para ello y pudiendo elegir mejores alternativas, con el fin de asegurar así la vida útil de la carretera.

1.4 Justificación del problema

La investigación propuesta reviste significativa importancia, ya que tiene como objetivo la implementación de una herramienta gratuita destinada a agilizar el cálculo de presupuestos de mantenimiento vial para diferentes alternativas de pavimentos. Este recurso permitirá una visualización rápida de los costos asociados, siendo particularmente relevante para las entidades gubernamentales con competencia vial, las cuales necesitan un plan de mantenimiento eficiente.

La ausencia de un mantenimiento periódico en la actualidad conduce a que los pavimentos no alcancen su vida útil óptima, generando problemáticas para las entidades responsables. La falta de recursos y gestión adecuada, debido a los elevados costos asociados, impide realizar un mantenimiento oportuno, incrementando los gastos cuando las fallas en los pavimentos se tornan más leves, momento en el cual las intervenciones resultan más costosas.

Con el propósito de abordar esta problemática, se pretende desarrollar una herramienta que simplifique el proceso de cálculo de presupuestos, reduciendo la carga de trabajo para ingenieros y personal encargado de diseñar soluciones. Esto es particularmente crucial dada la constante generación de necesidades de la población, requiriendo respuestas ágiles y eficientes.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

- Evaluar los costos de diferentes alternativas de mantenimiento vial empleadas en la zona urbana de la ciudad de Cuenca, Ecuador.

1.5.2 Objetivos específicos

- Analizar la tipología de la zona urbana de la ciudad de Cuenca por medio de entidades públicas encargadas de la vialidad.
- Establecer alternativas de mantenimiento óptimas para la zona de estudio, con base en las alternativas en uso en las entidades con competencia.
- Determinar el costo del proyecto en función de análisis de precios unitarios.

CAPÍTULO II: Marco Teórico

2.1 Antecedentes investigativos

La parte urbana de la ciudad de Cuenca está conformada por vías con distintos tipos de calzadas, dentro de las cuales se pueden encontrar las de pavimento rígido, pavimento flexible y pavimentos articulados.

Cada una de estos diversos tipos de pavimentos requieren un mantenimiento preventivo que se lo debe realizar con el paso del tiempo puesto que como todo material sufren desgastes, roturas, asentamientos entre otros tipos de afectaciones que son producto de la naturaleza o del uso de las misma.

Es recomendable promover que los gestores viales realicen un uso adecuado de recursos económicos, así como también a no esperar que las vías y carreteras cumplan su vida útil para intervenir en las mismas.

La preservación del pavimento de una carretera implica llevar a cabo una serie de acciones con el propósito de mantener características de funcionalidad de manera que el transporte de personas y mercancías sea siempre seguro, cómodo y rentable. Cuando la conservación es insuficiente o inadecuada, las cargas de los vehículos y las condiciones climáticas comienzan a deteriorar gradualmente la superficie y la estructura de la carretera, lo que resulta en velocidades de conducción más lentas, tiempos de viaje más largos y un desgaste prematuro de los vehículos. Esto se traduce en costos adicionales en términos de consumo de combustibles y neumáticos, ya que los vehículos requieren un mayor esfuerzo mecánico para superar las irregularidades superficiales de la carretera, como deformaciones y baches.

2.2 Conceptos claves

2.2.1 Pavimentos

Es una capa superpuesta sobre la subrasante colocada de manera horizontal y construida con material resistente diseñada para cargas de tránsito repetidas durante el periodo para el cual fue diseñado. (Morgado, 2018)

Presentan características diversas tales como: resistencia a cargas de tránsito que debe ser capaz de soportar el peso de los vehículos que transitan sobre ella durante su vida útil, resistencia a agentes de intemperismo: debe ser capaz de resistir los efectos del clima y otros factores externos que pueden deteriorarla, rugosidad adecuada: debe tener una textura que proporcione seguridad a los automóviles y evitar deslizamientos o pérdida de control, especialmente en situaciones de cambio de velocidad. Durabilidad a largo plazo: debe tener una vida útil prolongada sin necesidad de realizar reparaciones constantes. Drenaje adecuado: debe estar diseñada de manera que permita un adecuado drenaje del agua de lluvia, evitando la acumulación de charcos que puedan afectar la circulación vehicular. Ruido moderado por rodadura: al transitar los vehículos sobre la capa, esta no debe generar ruidos excesivos que puedan resultar molestos para los conductores y peatones. Diseño económico: debe ser diseñada de la manera más económica posible, sin comprometer la calidad y durabilidad de la capa. Visibilidad sin reflejos ni deslumbramientos inadecuados: la capa no debe producir reflejos que puedan distraer o deslumbrar a los conductores, lo que ayudará a prevenir accidentes de tránsito. (Morgado, 2018)

2.2.2 Mantenimiento preventivo vial

Hace referencia a factores que determinan la frecuencia y tipo de tareas de mantenimiento que se deben realizar en cada grupo de carreteras. Por ejemplo, las carreteras con pendientes pronunciadas pueden requerir un mayor esfuerzo de desbroce y limpieza de cunetas para evitar la acumulación de material y garantizar el correcto drenaje del agua de lluvia. Las labores de mantenimiento también pueden incluir reparaciones menores, como la restauración de baches o el reemplazo de señales de tráfico dañadas. Estas tareas son esenciales para garantizar la seguridad de los usuarios de la vía y minimizar los riesgos asociados con el mal estado de la carretera. (Edwin Barajas Reina, 2017)

En resumen, el mantenimiento de carreteras consiste en una serie de actividades, como limpieza, desbroce y reparación de daños menores, que se llevan a cabo de manera regular para mantener las carreteras en condiciones óptimas de tránsito y seguridad. Estas acciones se planifican en base a las necesidades específicas de cada camino y se adaptan a su topografía, sistema de drenaje, vegetación y estado de la calzada. (Edwin Barajas Reina, 2017)

2.2.3 Objetivo del Mantenimiento

Los objetivos básicos del mantenimiento o reparación de cada deficiencia en particular son los siguientes:

- ✓ Tomar medidas para eliminar o reducir los riesgos de accidentes debido a deficiencias en el pavimento. Esto incluye reparaciones de baches o grietas que puedan causar resbalones o desvíos repentinos, señalización adecuada de áreas de peligro y eliminación de obstáculos en la vía. (Alvaro Javier Godoy Oddone, 2006)

- ✓ Mejorar la calidad del viaje para los usuarios de la vía. Esto implica reparar superficies irregulares, eliminar baches y ondulaciones, y mejorar la textura y la adherencia del pavimento para minimizar la incomodidad durante la conducción. (Alvaro Javier Godoy Oddone, 2006)
- ✓ Tomar medidas para preservar la resistencia y la durabilidad del pavimento a largo plazo. Esto incluye reparaciones de losas de hormigón, refuerzo de la base o subbase con material agregado, y estabilización de áreas de hundimientos o socavones. (Alvaro Javier Godoy Oddone, 2006)
- ✓ Mantener la capa superficial del pavimento para proteger la estructura subyacente y prolongar su vida útil. Esto incluye sellado de grietas, repavimentación de tramos desgastados o deteriorados, y aplicación de tratamientos de superficie para mejorar la impermeabilidad y la resistencia al desgaste. (Alvaro Javier Godoy Oddone, 2006)

2.2.4 Niveles de Severidad de las fallas.

Los diferentes niveles de severidad de las fallas en el pavimento se definen de la siguiente manera:

1. Bajo nivel de severidad: En este nivel, los daños en el pavimento son mínimos y todavía no representan una amenaza significativa para la integridad del mismo. Pueden incluir fisuras pequeñas, baches poco profundos, desgaste superficial leve, entre otros. En general, no se requiere una intervención inmediata, pero es recomendable llevar a cabo actividades de mantenimiento preventivo para evitar que los daños se agraven. (Br. ZEVALLOS GAMARRA, 2018)

2. Medio nivel de severidad: En este nivel, los daños en el pavimento son más notables y pueden comenzar a afectar la seguridad y comodidad de los usuarios de la vía. Pueden incluir baches más profundos, fisuras más grandes, agrietamientos del pavimento, hundimientos localizados, entre otros. **En este caso, se requiere realizar actividades de mantenimiento correctivo para reparar los daños y evitar que se vuelvan más peligrosos o costosos de reparar en el futuro.** (Br. ZEVALLOS GAMARRA, 2018)
3. Alto nivel de severidad: En este nivel, los daños en el pavimento son graves y representan un riesgo significativo para la seguridad de los usuarios de la vía. Pueden incluir grandes baches, deformaciones severas, desprendimiento de capas de asfalto, entre otros. En este caso, se requiere una intervención inmediata y completa, que puede implicar la reposición total del pavimento. Es importante actuar rápidamente en estos casos para evitar accidentes y daños mayores. (Br. ZEVALLOS GAMARRA, 2018)

Es importante tener en cuenta que los niveles de severidad pueden variar según el tipo de pavimento, las condiciones climáticas, el volumen de tráfico, entre otros factores. Por lo tanto, es necesario realizar inspecciones periódicas para evaluar el estado del pavimento y determinar el nivel de severidad de las fallas, con el fin de tomar las medidas adecuadas de conservación y mantenimiento. (Br. ZEVALLOS GAMARRA, 2018)

2.3 Pavimentos flexibles

El pavimento flexible es una capa asfáltica elaborada a base de una mezcla bituminosa en caliente la cual se le aplica sobre una capa de base y una subbase estas capas que se diseñan y construyen con materiales previamente analizados y debidamente compactados. (BELLO, 2017)

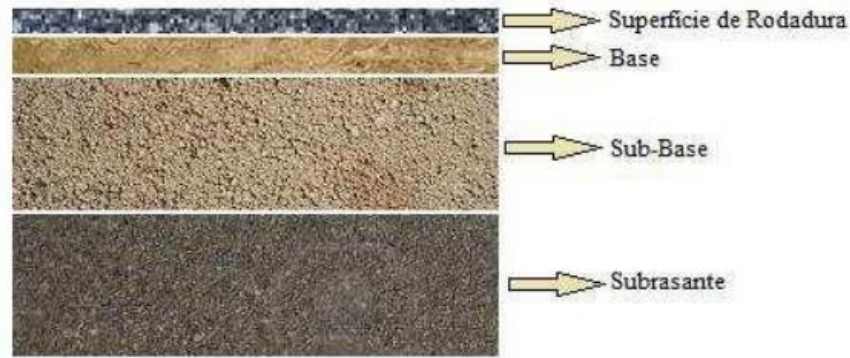


FIGURA 1.- CAPAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE

(BELLO, 2017)

Un pavimento debe reunir los siguientes parámetros y a la vez cumplir sus funciones:

- Resistir las cargas impuestas por el tránsito.
- Resistir ante los agentes del intemperismo.
- Resistir al desgaste producido por el efecto de las llantas de los vehículos, adaptarse a las velocidades previstas de circulación.
- Debe ser durable, económico, y ofrecer seguridad al tránsito.

2.3.1 Fallas en el pavimento flexible

Las fallas más comunes que se presentan en este tipo de pavimento se resumen a tres principales dentro de las cuales tenemos una subdivisión de las mismas que se pueden ocasionar: tenemos las **Roturas** (Fisuras, grietas, cuarteos, piel de cocodrilo), **Deformaciones** (Transversales y Longitudinales, Ahuellamiento, Hundimiento), **Desprendimientos** (Peladuras y baches). (BELLO, 2017)

Para conocer de manera clara y precisa los diferentes tipos de fallas y causas que provocan el deterioro del pavimento se define a continuación sus principales causas y cómo identificarlas. (BELLO, 2017)

A._ Agrietamiento

Es el resultado de una superficie de rodadura fatigada que su principal causa son las deformaciones permanentes en las capas interiores de la estructura las mismas que hacen reducir su capacidad portante llevando a la estructura a fatigarse prematuramente es decir antes de cumplir su vida útil otra causa principal puede ser el uso de ligante asfáltico deficiente. (CATA, 2008)

B._ Grietas en forma de piel de cocodrilo

Son grietas interconectadas que forman bloques en el pavimento asemejándose a la piel de cocodrilo, su principal causa es por la carga excesiva sobre la capa de rodadura (base, subbase o subrasante) inestables las mismas que pueden estar saturadas, no se colocó el debido espesor o la compactación no fue adecuada. (CATA, 2008)



FIGURA 2.-GRIETAS

(Br. ZEVALLOS GAMARRA, 2018)

C._ Ahuellamiento

Es la deformación continua a lo largo de la canalización de tránsito, se dice que hay ahuellamiento cuando la longitud afectada es mayor a los 6m, cuando el radio afectado es pequeño decimos que las deformaciones están en las capas superiores y están acompañadas de un deslizamiento del pavimento, cuando el radio de influencia es grande las deformaciones están en las capas inferiores o en la fundición. Su principal causa es el espesor insuficiente del pavimento, inadecuada compactación o deficiente dosificación de la mezcla asfáltica. (ING. JOSE LUIS IRIGOYEN RAY, 2016)



FIGURA 3.-AHUELLAMIENTO

(Br. ZEVALLOS GAMARRA, 2018)

D._ Hundimiento

Es el descenso del pavimento en un área localizada se puede dar esta falla en los bordos o al interior de la calzada, esto se detecta luego de una lluvia por la acumulación de agua o vestigios de humedad, sus principales causas son por deficientes prácticas de construcción, asentamiento o consolidación de estratos, pérdida de estabilidad por incremento de humedad. (ING. JOSE LUIS IRIGOYEN RAY, 2016)



FIGURA 4.-HUNDIMIENTO

(Br. ZEVALLOS GAMARRA, 2018)

E._ Fisuras longitudinales

Es una fractura que se extiende a lo largo del pavimento paralela al eje de la calzada, se localizan en las huellas de canalización de tránsito, cuando recién inicia la falla se presenta como una fisura simple, a medida que esta avanza se desarrollan ramificaciones laterales y fisuras paralelas, sus principales causas son por fatiga de la mezcla asfáltica sometida a repeticiones de carga ocurren en las huellas de canalización, deficiente drenaje, falta de sobrecarga de la base, deficiente proceso constructivo de la colocación de las juntas longitudinales al momento de colocar la mezcla asfáltica, excesivo endurecimiento del bitumen. (ING. JOSE LUIS IRIGOYEN RAY, 2016)



FIGURA 5.-FISURAS LONGITUDINALES

(BR. ZEVALLOS GAMARRA, 2018)

F._ Fisuras transversales

Es una fractura rectilínea del pavimento la cual se extiende a través de la superficie del pavimento perpendicular al eje de la calzada puede ir desde los 60cm hasta cubrir todo el ancho de la calzada al igual que las fisuras longitudinales desarrollan ramificaciones y fisuras paralelas, “multiplicidad” sus principales causas son: insuficiente espesor del pavimento de acuerdo a las cargas del tránsito, falta de sobreebanco o contaminación de las capas inferiores próximas a los bordes, exceso de filler envejecimiento del asfalto, juntas de construcción efectuadas defectuosamente. (ING. JOSE LUIS IRIGOYEN RAY, 2016)



FIGURA 6.-FISURAS TRANSVERSALES

(Morgado, 2018)

G._ Desintegración por peladuras

Desprendimiento del material que conforma la superficie de rodamiento, originando pequeños hoyos o cavidades en el pavimento, normalmente estas cavidades no exceden de 15 a 20mm de profundidad y su diámetro es menor a 15cm cuando sobrepasan estas dimensiones se consideran como baches, sus principales causas son: el espesor muy reducido de la superficie de rodamiento, falta de dotación del ligante o segregación del agregado pétreo durante la construcción, falta de riego de liga o deficiente imprimación, contaminación de los agregados pétreos durante la construcción del pavimento. (ING. JOSE LUIS IRIGOYEN RAY, 2016)



FIGURA 7.- DESINTEGRACIÓN POR PELADURAS

(Ojeda, 2018)

H._ Baches

Es la desintegración total de la superficie del pavimento o descomposición en una cierta extensión usualmente menor a 90cm de diámetro dando la forma de un hoyo o cavidad redondeada, interrumpiendo la continuidad del pavimento, su presencia hace notar la falta de mantenimiento en la calzada sus principales causas son cuando se deja evolucionar otras fallas como agrietamientos de piel de cocodrilo, hundimientos, peladuras, etc., es decir por la falta de mantenimiento en su debido tiempo, capas del pavimento

débiles e inestables, espesores insuficientes del pavimento, retención e infiltración de agua en áreas deprimidas, hundimientos en el pavimento, uso de materiales y mezcla de calidad pobre. (ING. JOSE LUIS IRIGOYEN RAY, 2016)



FIGURA 8.-BACHES

(Br. ZEVALLOS GAMARRA, 2018)

2.4 Pavimentos rígidos

Elaborados con concreto hidráulico en forma de losa sobrepuesto sobre una capa de la subrasante o también llamada subbase del pavimento rígido, este tipo de pavimento presenta una sin número de características tales como un elevado coeficiente de elasticidad, alta capacidad de resistencia a tensión, alta rigidez, distribución de esfuerzos en grandes zonas. (CASTRO, 2014)

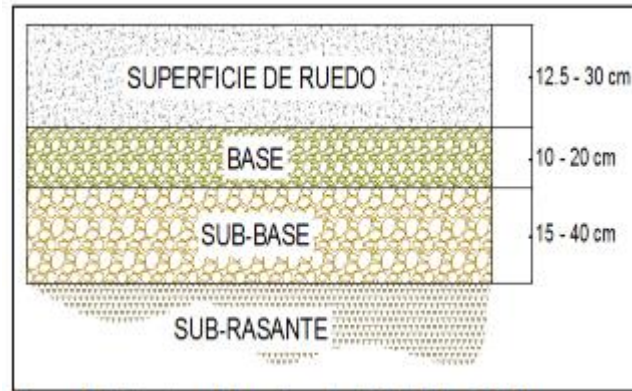


FIGURA 9.-PAVIMENTOS RÍGIDOS

(CASTRO, 2014)

2.4.1 Tipos de pavimento rígido:

- Pavimento Rígido con Juntas con Acero Mínimo

Sistema de juntas de contracción, utiliza placas o losas de concreto sin refuerzo, la separación de juntas permite dar paso a los cambios de temperatura y los esfuerzos que se producen por presencia de la humedad, lo cual evita la aparición de grietas entre las juntas. (CASTRO, 2014)

Las dovelas son la separación que se da entre juntas las mismas que se encuentran a distancias entre 3 y 6m

- Pavimento Rígido con juntas Reforzadas

Este tipo de pavimento tiene un espaciamiento entre módulos de 7m a 15m, tienen juntas de contracción, adicionalmente acero de refuerzo lo que permite un control de agrietamientos de las losas. (CASTRO, 2014)

Las juntas son transversales a las dovelas lo que permite la transferencia de cargas entre las losas.

- Pavimento Rígido Continuamente Reforzado (CASTRO, 2014)

Este tipo de pavimento no necesita de la presencia de juntas de contracción debido a que las fisuras transversales existentes son consideradas normales, puesto que el acero de refuerzo se asocia a estas.

A diferencia de los otros pavimentos rígidos estos presentan las juntas cada 1.1m a 2.4m y el espesor de estas juntas es de 0,5mm, a su vez la losa presenta acero superior e inferior, con varillas de número 5 y 6. (CASTRO, 2014)

2.4.2 Fallas en el pavimento rígido

A._ Juntas

Representan la separación entre módulos de pavimentos estas pueden ser transversales y longitudinales, su función en los pavimentos evita que existan fisuras en los mismos.

Las juntas son primordiales debido a las siguientes razones: son un prerrequisito de construcción puesto que en los pavimentos rígidos se construyen de forma longitudinal y su espesor se determina por el criterio de diseño de la carretera. En cuanto al ámbito de temperatura permite la contracción y dilatación térmica del concreto, permite la transmisión de cargas a la losa del pavimento, evitando fallas por pérdida y deformación en el rodamiento.

Da protección a la subrasante ante la filtración del agua, debido que las juntas son impermeables de forma que no se de infiltración alguna. (CASTRO, 2014)

B._ Patologías o fallas de juntas

Uno de los problemas que presenta las juntas como falla son el despostillamiento o deficiencia de sellado, esto se presenta cuando se produce la infiltración de agua superficial

o cuando se ha deteriorado el sello de ambas paredes, también por presencia de vegetación o la acumulación de material diverso como arenas o tierra lo cual da paso a una inmovilidad de losa en caso de presencia de temperaturas diversas. (CASTRO, 2014)

Las causas posibles del daño en juntas se dan por la oxidación lo que causa el endurecimiento del sello, la falta o pérdida de adherencia en los bordes de las losas, una mala calidad de sellante o una mala colocación del mismo, levantamiento de sello por movimiento de losas o efecto del tránsito. (CASTRO, 2014)



FIGURA 10.-DEFICIENCIA DE SELLADOS

(CASTRO, 2014)

Técnicas de reparación

Verificar que el grosor de la caja esté en consonancia con la elongación permitida del sellador que se emplearán, teniendo en cuenta además los desplazamientos que puedan experimentar las pérdidas.

Retire completamente cualquier sellador antiguo, limpie cuidadosamente la caja y aplique el material de sellado apropiado, siguiendo el proceso detallado en el procedimiento de sellado de juntas y grietas. (CASTRO, 2014)

C._ Despostillamiento:

Daño que resulta en la separación, fractura o desmembramiento de los extremos de una junta a lo largo o ancho de una estructura, con la consecuente fragmentación de material y la posibilidad de afectar un área de hasta aproximadamente 50 cm en la superficie. Por lo común, esta degradación no sigue una dirección vertical a lo largo de toda la estructura, sino que las fracturas se cruzan en ángulo en la zona de la junta. (CASTRO, 2014)

Las posibles causas de esta patología son:

- **Tensiones excesivas en las juntas.**_ Estas tensiones pueden ser el resultado de las cargas de tránsito que ejerce fuerzas sobre la superficie, así como la infiltración de materiales que no pueden comprimirse adecuadamente.
- **La debilidad del concreto cercano a la junta.**_ Si se produce un acabado excesivo en la superficie o se interfiere demasiado durante la creación de la junta, el concreto puede debilitarse en esta área, lo que aumenta la probabilidad de despostillamiento.
- **La acumulación de agua en las juntas.**_ Presencia de agua en juntas, diseño y construcción de sistema de transferencia de cargas. (CASTRO, 2014)

Mediciones:

Para cada grado de severidad la longitud de las juntas y grietas que tienen despostillamiento se expresan en términos losas numerosas afectadas de acuerdo a premisas como:

- Si el despostillamiento impacta solamente en un borde.
- Si el despostillamiento se da en ambos lados se ven afectadas las dos losas adyacentes.

- Si el despostillamiento es visible en múltiples bordes se registra una severidad de daño en la losa.

Técnicas de reparación:

- Sellado de juntas y grietas en caso de una severidad baja.
- Reparación de espesor parcial lo cual presenta un nivel medio y alto de severidad y la grieta sobrepasa el tercio del espesor de losa, en caso de ser mayor de debe realizar la reparación total del espesor de la losa. (CASTRO, 2014)



FIGURA 11.- JUNTAS SELLADAS

(CASTRO, 2014)

D._ Separación de juntas

Son separaciones presentes en la junta longitudinal del pavimento. Este tipo de deterioro puede manifestarse en cualquier variante de pavimento rígido.

Es causado por la contracción de las losas debido a que se da por ausencia de las barras de acero de amarre entre carriles. También se presentan por desplazamiento de las losas de forma lateral lo cual da paso a un asentamiento diferencial de la subrasante y la ausencia del espaldón. (CASTRO, 2014)

Presenta tres niveles de severidad el bajo el cual presenta un ancho de separación de 3mm sin deformaciones mayores o perceptibles, el de nivel medio de severidad presenta un ancho de 3mm a 20mm de separación y la deformación no implica inseguridad para los usuarios y por último la de alta severidad la cual presenta una separación mayor a 20mm y la deformación puede ser muy riesgosa para los vehículos y usuarios. (CASTRO, 2014)

Para la medición de estas separaciones se lo debe hacer en metros lineales y clasificarlos por su nivel de peligrosidad. (CASTRO, 2014)

Las técnicas para la reparación se dan de la siguiente manera:

- Se realizará un sellado si la deformación no implica un riesgo muy grande para los usuarios.
- Reconstrucción, reconfomado y recomactado del tramo en caso de separaciones de juntas muy grandes
- Restitución del perfil longitudinal mediante el fresado. (CASTRO, 2014)



FIGURA 12.-ESQUEMA SEPARACIÓN DE LOSAS Y JUNTAS LONGITUDINALES

(CASTRO, 2014)

E._ Grietas

Fisura que cruza dos juntas, parcialmente creando un ángulo de 45° en relación con la dirección del flujo vehicular, generando una configuración en forma de triángulo. Las dimensiones de este triángulo varían entre los 30 cm y la mitad del ancho de la losa. (CASTRO, 2014)

Las posibles causas de esta patología son por presencia de carga repetitiva en conjunto con el efecto drenante, que causa la erosión del soporte o base. La deformación térmica en forma de alabeo. La transferencia de cargas inadecuadas entre las juntas. (CASTRO, 2014)

Presenta tres niveles de gravedad las cuales se diferencia por sus tres niveles la primera la menos grave pero tampoco irrelevante es la más baja la cual está presente mediante fisuras

delgadas con un ancho menor de 3 mm, el área que compete a esta fisura dentro de las juntas o las losas no se encuentra fisurado de manera grave. (CASTRO, 2014)

En término de mediano riesgo tenemos las fisuras con un espesor de 3mm a 10 mm y su área de fisura se encuentra medianamente un riesgo de fisuras. Mientras que en términos altos tenemos fisuras con anchos mayores a 10 mm y el área presente dentro de estas presenta hundimiento de las juntas. Este tipo de patología se pueden presentar en distintas direcciones, sean estas longitudinales, transversales e inducidas las mismas que dependiendo del lugar donde se encuentren, sobre la calzada son visibles a simple vista y las mismas tiene que tomar su debido mantenimiento y arreglo. (CASTRO, 2014)

La medición de fisuras se da cuando incluye: una sola fisura en la esquina, múltiples fisuras del mismo grado de gravedad, dos o más fisuras de diferentes niveles de gravedad lo cual registra un nivel crítico.

Métodos de restauración:

- En el caso de que la falla sea evaluada como de escasa gravedad, ejecute la tarea de sellado de juntas y grietas.
- Para las fisuras en las esquinas clasificadas con nivel medio o alto de seriedad, se debe proceder a reparar toda la capa de pavimento en el ancho de la losa. La longitud mínima de esta intervención será igual a la distancia entre la junta y el punto en el que la grieta se cruza con el borde eterno. Esta acción sigue el proceso de restauración de todo el grosor de la losa. (CASTRO, 2014)



FIGURA 13.-GRIETAS DE ESQUINAS

(CASTRO, 2014)



FIGURA 14.-GRIETAS LONGITUDINALES

(CASTRO, 2014)



FIGURA 15.-GRIETAS TRANSVERSALES

(CASTRO, 2014)



FIGURA 16.-GRIETAS INDUCIDAS

(CASTRO, 2014)

F._ Deterioro superficial

Es la fractura que alcanza un profundidad de alrededor de 5mm a 15mm en la pérdida de superficie. Frecuentemente las grietas se orientan en dirección longitudinal y están interconectadas por fisuras más delgadas que se distribuyen de manera aleatoria. (CASTRO, 2014)

Las posibles causas de este deterioro de dan por:

- Exceso de acabado del concreto fresco colocado, lo que resulta en la segregación del mortero y el agua. Esto debilita la superficie del concreto frente a la retracción.
- En regiones de clima frío, exposición a condiciones climáticas extremas o productos químicos o cuando la construcción del hormigón fue defectuoso.
- Las grietas capilares pueden expandirse debido al tráfico vehicular, lo que ocasiona la pérdida de la capa superficial. Esto facilita la descamación, que se propaga tanto en profundidad como en área. Además la descamación puede ser provocada cuando la armadura está ubicada cerca de la superficie. (CASTRO, 2014)

Se presentan tres niveles de gravedad la primera y la más baja se da en forma de malla, pero no presenta descamación. La segunda o media es una figuración con descamación que afecta al menos el 10% de la superficie deteriorada la última y más alta con una afectación de descamación la cual afecta más del 10% de la superficie. (CASTRO, 2014)

En caso de niveles de severidad se realizará la Operación del Espesor Parcial.



FIGURA 17.-FISURAMIENTO POR RETRACCIÓN

(CASTRO, 2014)

G._ Desintegración

Descomposición gradual de la superficie del pavimento que comienza por la pérdida de la textura y posteriormente del mortero, dejando expuesto el agregado grueso. Esto da lugar a una superficie de rodadura rugosa y con el tiempo puede originar pequeñas cavidades. (CASTRO, 2014)

Algunas de las causas de esta patología se dan por:

- Desgaste abrasivo ocasionado por el tráfico vehicular sobre pavimentos de baja calidad, ya sea debido a mezclas inapropiadas o a problemas durante su construcción.

- Acción química o daño causado por agentes como la sal utilizada en la nieve, productos químicos de limpieza o combustibles derramados.
- Condiciones climáticas extremas, como temperaturas extremadamente altas o bajas que pueden acelerar el deterioro de la superficie.
- Mantenimiento deficiente o inadecuado del pavimento, como la falta de sellado y selladores para proteger la superficie.
- En climas fríos, influencia de tráfico y ciclos de congelación y descongelación cuando la superficie presenta fisuras debido a la retracción.



FIGURA 18. DESINTEGRACIÓN

(CASTRO, 2014)

H. Baches

Cavidad de forma redonda que se forma cuando el concreto se desprende de la superficie. Su diámetro varía entre alrededor de 2,5 cm y 10 cm, y la profundidad supera los 1,5 cm. Las causas posibles son debido al espesor estructural insuficiente en los pavimentos, la presencia de materiales débiles en el interior del concreto, y el mortero poco uniforme. (CASTRO, 2014)

Los niveles de gravedad se basan en la profundidad de los baches las cuales van desde 2.5cm a una mayor de 5cm. La medición de esta patología se la hace por conteo de baches según el nivel de severidad y registrándose de formas separadas, también determinando la superficie dignificada por los mismos. (CASTRO, 2014)

Las técnicas para su reparación se dan por una limpieza meticulosa de las superficies afectadas, seguido por la instalación de un puente de adherencia y posteriormente rellenar utilizando concreto con un aditivo de expansión. También en situaciones donde el deterioro se encuentra diseminado se lleva a cabo la reparación mediante la colocación de una capa asfáltica o se considera otras alternativas asegurando siempre una óptima adherencia entre las capas. (CASTRO, 2014)



FIGURA 19.-BACHES

(CASTRO, 2014)

I._ Otros deterioros

Se pueden presentar elevaciones súbitas de la superficie de pavimento, ubicada en ambos lados de una junta transversal o una grieta. En general esta elevación provoca la fractura del concreto en múltiples fragmentos. (CASTRO, 2014)

Algunas posibles causas se dan por la ausencia de juntas de expansión y cambios de temperatura significativos en casos de pérdidas de gran longitud. Instalaciones incorrectas de las barras de transferencia de cargas y la presencia de suelos expansivos de poca profundidad. (CASTRO, 2014)

Al igual que las demás patologías todas presentan sus niveles de mediana, baja y alta gravedad ya que cada una de esta presenta un impacto diverso de incomodidad a los conductores y la más alta severidad genere a un salto excesivo del vehículo, poniendo en riesgo la seguridad y causando una incomodidad sustancial. También puede causar daños al vehículo, lo que obliga a reducir excesivamente la velocidad. (CASTRO, 2014)

Se deben determinar el número de elevaciones, junto con la longitud y la altura de cada una para poder realizar la medición de esta patología. (CASTRO, 2014)

Para abordar este problema, se recomienda reparar una franja de la losa que abarque todo el ancho de la zona afectada y se extiende a lo largo de ella. Esto incluye la reconstrucción de la junta de contracción cuando sea necesario, según se describe la operación reparación de todo el espesor de la losa. (CASTRO, 2014)



FIGURA 20.- LEVANTAMIENTO LOCALIZADO

(CASTRO, 2014)

2.5 Pavimentos Articulados

Está compuesto de bloques de concreto prefabricados también denominados adoquines de formas y dimensiones iguales entre todos, este pavimento está colocado sobre una capa de arena fina, de una base granular o la subbase, todo esto depende de la cantidad de vehículos que se movilicen sobre el pavimento. (RINCON, 2017)

Este tipo de pavimentos tiene diversas capas las cuales tienen su respectiva función e importancia en la formación del pavimento articulado entre estas tenemos:

- 1 La base. - la cual está entre la capa de rodadura y a subrasante, esta le permite mayor capacidad estructural y mayor espesor al pavimento, y puede estar formada de dos o más capas de material seleccionado.
- 2 Capa de arena. _ Cumple con la finalidad de permitir la filtración de agua, además sirve de asiento para el adoquín, está conformado de una capa fina de arena gruesa y limpia.
- 3 Adoquines. _ Son parte primordial en este tipo de pavimentos y estos deben tener la resistencia adecuada para soportar las cargas de tránsito y el desgaste del mismo.
- 4 Sello de arena. _ Esta colocado como relleno entre las juntas de los adoquines, y también sirve como sello de los adoquines (RINCON, 2017).

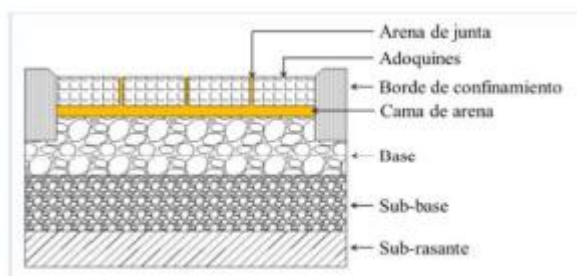


FIGURA 21.-PAVIMENTO ARTICULADO

(RINCON, 2017)

2.5.1 Fallas en el pavimento articulado

Los pavimentos articulados, que generalmente se refieren a pavimentos compuestos por bloques de hormigón o adoquines interconectados, pueden experimentar diversas fallas con el tiempo debido a factores como la carga del tráfico, el clima y la calidad de la instalación. Algunas de las fallas más comunes en pavimentos articulados incluyen:

A._ Hundimiento

Este se da en bloques individuales o áreas del pavimento puede deberse a la erosión del suelo subyacente, la compresión del relleno o problemas en la base de la carretera. Esto puede resultar en una superficie desigual y peligrosa. (RINCON, 2017)

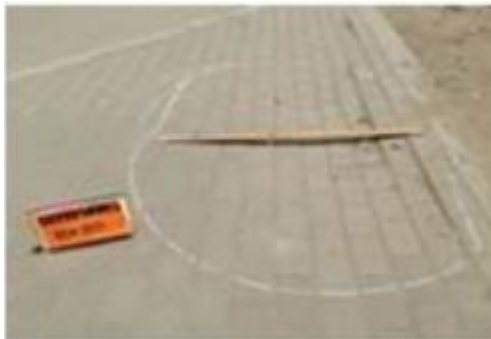


FIGURA 22.-HUNDIMIENTO

(RINCON, 2017)

B._ Desplazamiento

Los bloques pueden moverse de su posición original debido a las cargas del tráfico, el asentamiento del suelo o la falta de bloqueo adecuado entre las piezas. Esto puede causar una superficie desigual y un riesgo de tropiezo. (RINCON, 2017)

C._ Formación de baches

Con el tiempo, los adoquines pueden hundirse o elevarse, creando baches en la superficie. Esto puede ser incómodo para los conductores y peligroso para los peatones. (RINCON, 2017)

D._ Erosión de juntas de arena

Los pavimentos articulados suelen estar unidos por arena o grava fina en las juntas. Esta arena puede erosionarse con el tiempo debido a la lluvia y el tráfico, lo que puede hacer que los bloques se desplacen y creen huecos en el pavimento. (RINCON, 2017)

E. Pérdida de nivelación

La falta de mantenimiento regular puede dar como resultado una superficie desigual en el pavimento articulado. (RINCON, 2017)

F._ Deterioro del bloque

Con el tiempo, los bloques de hormigón pueden deteriorarse debido a la exposición a los elementos y al tráfico constante, lo que puede resultar en una pérdida de su resistencia y durabilidad. (RINCON, 2017)

G._ Problemas de drenaje

Si no se diseñan ni mantienen adecuadamente las pendientes y los sistemas de drenaje, el agua puede acumularse en la superficie, lo que aumenta el riesgo de desplazamientos y erosión. (RINCON, 2017)

H._ Pérdida de color

Con el tiempo, los adoquines de colores pueden perder su brillo y atractivo visual debido a la exposición de la luz solar y las condiciones climáticas. (RINCON, 2017)

Para evitar estas deficiencias y mantener los pavimentos articulados en buen estado, es crucial realizar un mantenimiento regular que incluya la reparación de bloques dañados, el relleno de juntas erosionadas y la nivelación de la superficie. Además un diseño y construcción adecuados son esenciales para prevenir problemas futuros en los pavimentos articulados. (RINCON, 2017)

2.6 Normas aplicadas para mantenimiento en vías urbanas

Las normas aplicadas para el mantenimiento de vías urbanas varían según la ubicación geográfica y las regulaciones locales. Sin embargo en muchas áreas urbanas se siguen directrices y regulaciones generales que se adaptan a las condiciones específicas de cada lugar. A continuación, se menciona algún de las pautas y normativas comunes que pueden ser utilizadas:

- Reglas de pavimentación: en muchos países, se emplean pautas específicas para la construcción y el mantenimiento de pavimentos, como las directrices de la Asociación Estadounidense de Carreteras y Transporte o la normativa del Instituto Estadounidense de Concreto (ACI) para pavimentos de concreto. (EDGAR, 2001)
- Estándares de calidad del asfalto: las especificaciones sobre la calidad del asfalto suelen estar reguladas por normativas como la ASTM D6373 para asfalto modificado y otras regulaciones locales. (EDGAR, 2001)
- Regulaciones sobre señalización y marcado vial: el mantenimiento de señales de tráfico y marcas viales sigue reglamentos específicos para garantizar la seguridad en las vías. En los Estados Unidos, por ejemplo, se utilizan las directrices del Manual sobre Dispositivos Uniformes de Control de Tráfico (MUTCD). (EDGAR, 2001)
- Normativas de iluminación Vial: la iluminación de las vías urbanas también está regulada por normativa específica con el fin de asegurar la visibilidad y la

seguridad. Estas reglas pueden variar según la ubicación y el tamaño de la vía.
(EDGAR, 2001)

- Normas de drenaje: el mantenimiento de sistemas de drenaje y de gestión de aguas pluviales se rige por normativas específicas para prevenir inundaciones y daños al pavimento. (EDGAR, 2001)
- Directrices para el Cuidado de Áreas Verdes: en áreas urbanas, el mantenimiento de zonas verdes y paisajismo generalmente sigue directrices específicas para el cuidado de parques y espacios públicos. (EDGAR, 2001)
- Reglamentos de Seguridad y Salud Ocupacional: Con el propósito de garantizar la seguridad de los trabajadores durante las actividades de mantenimiento vial, se aplican normativas de seguridad y salud ocupacional, como las regulaciones de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) en los Estados Unidos. (EDGAR, 2001)
- Regulaciones Ambientales y de Control de Emisiones: En algunas áreas, se aplican regulaciones ambientales específicas para minimizar el impacto ambiental de las actividades de mantenimiento vial. (EDGAR, 2001)
- Normativas para el Reciclaje de Materiales: en proyectos de mantenimiento vial que involucra el reciclaje de materiales, se pueden seguir reglas relacionadas con la reutilización de materiales como el asfalto reciclado o el concreto fresado. (EDGAR, 2001)

Es fundamental tener en cuenta que estas regulaciones pueden variar según la jurisdicción y deben ser consultadas y respetadas de acuerdo con las normativas locales aplicables en cada área.

Además, estas normas se actualizan periódicamente, por lo que es esencial mantenerse al tanto de las últimas versiones y cambios normativos.

2.7 Análisis de costos

La elaboración de un plan de mantenimiento vial, va acompañado del presupuesto y la programación de actividades que la infraestructura requiere para lograr un nivel de serviciabilidad adecuado durante la vida útil del proyecto, en el transcurso de la operación de la vía se pueden hacer una o varias renovaciones de la superficie del pavimento e incluso de la estructura, lo que implica alargar la vida del pavimento.

La etapa de mantenimiento procura algunas actividades que son realizadas de forma permanente y sistemática las cuales se describen a continuación:

Mantenimiento de cunetas, desagües, alcantarillas y otras instalaciones de drenaje y subterráneo. Conservación de las áreas adyacentes mediante su limpieza. Despeje de vegetación en laderas y zonas laterales mediante corte o rocería y también la reparación puntual en caso de necesidad. (EDGAR, 2001)

Una vez que el pavimento ha alcanzado su periodo de diseño estructural y se presume que se acerca al punto en que su capacidad de servicio será insatisfactoria, es necesario realizar una rehabilitación de la estructura para asegurar un desempeño adecuado durante un nuevo ciclo de vida. Esta rehabilitación generalmente implica la construcción de una o más capas que no solo aportan a la capacidad estructural, sino que también mejoran la condición superficial para lograr un índice de Serviabilidad óptimo. Entre las acciones de rehabilitación contempladas. (EDGAR, 2001)

El costo de un pavimento no se limita únicamente a su inversión inicial en construcción, sino que también comprende los gastos anuales asociados a su mantenimiento rutinario durante el periodo de evaluación económica, los costos relacionados con posibles rehabilitaciones y el valor residual estimado al finalizar dicho periodo de evaluación. (EDGAR, 2001)

Cálculo del costo de una estructura

$$C_G = C_1 + C_2 + C_3 - V.R \quad (\text{EDGAR, 2001})$$

Donde:

C_G : Costo global actualizado de la alternativa

C_1 : Costo actualizado al año cero(o año de análisis) de la construcción del pavimento. Incluye costos directos, indirectos, utilidad del constructor y el costo de interventoría.

C_2 : Sumatoria de costos por años de la conservación rutinaria durante el periodo de análisis, actualizados al año cero.

C_3 : Sumatoria de costos de rehabilitación en años previstos para su ejecución, actualizados al año cero.

V.R: Valor residual de la estructura, actualizado al año cero.

Detalle de expresión:

$$C_G = C_1 + \left[\frac{C_2}{(1+a)^1} + \frac{C_2}{(1+a)^2} + \dots + \frac{C_2}{(1+a)^n} \right] + \left[\frac{R_i}{(1+a)^i} + \frac{R_j}{(1+a)^j} + \dots + \frac{R_k}{(1+a)^k} \right] - \frac{V.R}{(1+a)^n}$$

Cc: Es el costo global actualizado de la alternativa

CI: Es el costo inicial de construcción (en pesos del año cero)

C'2: Es el costo anual de la conservación rutinaria expresado en \$/año

a: Es la tasa de actualización del dinero, expresado en tanto por uno.

n: Es el número de años del período del análisis.

Ri: Es el costo de la rehabilitación prevista para el año i.

Rj: Es el costo de rehabilitación prevista para el año j.

Rk: Es el costo de rehabilitación prevista para el año k.

V.R: Es el valor residual de la estructura al término del año n, es decir al final del período de análisis económico.

Se deben tomar en cuenta las condiciones que pueden darse por un periodo de diseño de 10 años y un periodo de análisis económico de 20 años.

La tasa de actualización es igual al 12% por lo tanto la fórmula final de análisis de costo es:

$$C_G = C_1 + 7.469C'_2 + 0.322R_{10} - 0.104V.R \text{ (CASTRO, 2014)}$$

Donde:

C₁: Este nos da el costo global actualizado, el cual se calcula mediante la elaboración de un presupuesto que abarca el costo total del diseño, la construcción y la supervisión del proyecto. Este presupuesto se aplica en el año inicial es decir, en el último año de la fase de construcción del proyecto. (Alfonso, 1998)

C'2: Costo de mantenimiento rutinario anual, que debe llevarse a cabo en el pavimento durante cada uno de los años del periodo de análisis económico, comprende los gastos relacionados

con las actividades habituales de mantenimiento. Esto involucra los costos de limpieza de drenajes y áreas laterales, así como los costos asociados con el parcheo. El valor de estos costos se puede determinar utilizando métodos como la simulación a través del modelo HDM del Banco Mundial u otros procedimientos adecuados. (Alfonso, 1998)

R_k : Costo de restauración del pavimento se implementa en el año siguiente al año en que concluye el periodo de diseño estructural. Si, después del final del periodo de diseño estructural, la política de mantenimiento adoptada indica futuras intervenciones de restauración, estas se llevarán a cabo en los años correspondientes. La restauración del pavimento abarca una serie de medidas, como el nivelado, refuerzo o reconstrucción, con el objetivo de restaurar la capacidad de uso de la carretera. (Alfonso, 1998)

V.R: El valor residual de la estructura de pavimento, en lugar de ser considerado un costo, debe entenderse como un beneficio. Representa el valor estimado de la estructura en su estado final. Este valor se aplica en el año M, que es el último año del periodo de análisis económico. Para este valor se recomienda utilizar el 10% del valor de construcción de la estructura. (Alfonso, 1998)

Enlace de la fórmula de costo global con el software

La fórmula de costo global, ayuda en la gestión de proyectos viales, suele utilizarse en planes de carreteras específicos que se acuerdan por contrato, lo que es esencial para calcular el gasto total en mantenimiento vial, lo anotado podrá aplicarse en futuras investigaciones. Aunque no la estamos utilizando directamente, reconocemos que esta fórmula puede ser útil y se considera como un posible recurso en proyectos futuros que aborden condiciones más específicas de las

carreteras en la región, y que tengamos una base de datos de costos de operación y mantenimiento de vías.

Es imperativo subrayar la importancia de los parámetros que respaldan la fórmula de costo global. Esta se fundamenta en variables críticas, como los costos globales asociados al proyecto, los costos iniciales de construcción y los costos anuales de mantenimiento. Estos elementos desempeñan un papel integral en el cálculo preciso del costo final de mantenimiento. Sin embargo, su implementación efectiva está sujeta a la disponibilidad de información específica, la cual debe ser proporcionada por la entidad encargada de la zona de estudio.

Resulta crucial reconocer que cada entidad contratante posea la información inicial histórica de los costos de construcción de la obra, y los de mantenimientos periódicos realizados.

La obtención de estos datos es esencial para la aplicación adecuada de la fórmula en proyectos futuros de mantenimiento vial. Este enfoque no solo asegura la precisión en los cálculos, sino que también respalda una toma de decisiones fundamentada en datos concretos.

La introducción de la fórmula de costo global constituye una etapa consecutiva en el progreso temático, estableciendo una conexión prioritaria con los costos presupuestarios previamente determinados.

Dado que la investigación abarca algunas vías de la zona urbana de Cuenca, la aplicación específica de la fórmula a un proyecto de calle individual resulta inapropiada y no se alinea con los objetivos de este estudio amplio. En lugar de centrarse en una única vía, el enfoque generalizado de la investigación requiere métodos de evaluación más holísticos y adaptados a la escala urbana completa.

CAPÍTULO III: Metodología

Se presentarán las diferentes alternativas de mantenimiento aplicables a distintos tipos de pavimentos, siguiendo una metodología tradicional que involucra varias etapas. En primer lugar, se plantea la problemática, seguido por el análisis de datos recopilados de instituciones competentes en el ámbito vial, el sistema nacional SOCE y bibliografía proveniente de fuentes confiables y seguras. A continuación, se procede con el diseño del software, su programación utilizando el lenguaje correspondiente y, finalmente, la realización de pruebas necesarias para garantizar la funcionalidad del programa, asegurando su correcta ejecución y resultados acertados.

Como se ha indicado anteriormente las alternativas de mantenimiento vial que vamos a usar son las siguientes: Pavimentos rígidos, Pavimentos articulados, Pavimentos flexibles, cada uno con su respectiva clasificación de fallas previamente expuestas. Este enfoque ha permitido la creación de una base de datos que abarca los rubros esenciales para abordar las fallas más frecuentes en la zona urbana de la Ciudad de Cuenca.

El análisis llevado a cabo ha sido fundamental para desarrollar un software que permitirá calcular el presupuesto definitivo de un proyecto vial. Este programa analiza diversas alternativas de mantenimiento en pavimentos y demuestra una validación óptima de los resultados, alineada con el análisis de precios unitarios.

A continuación, se presenta cada uno de los puntos principales desarrollados en el trabajo para demostrar la metodología utilizada y las diferentes alternativas de mantenimiento vial que hace referencia a los mantenimientos de los pavimentos flexibles, rígidos, y articulados.

3.1 Levantamiento de Información para Desarrollo de Base de datos

Generalidades

En esta primera etapa se realiza un escrutinio de información de procesos constructivos llevados a cabo en torno al mantenimiento vial en Municipio de Cuenca y Gobierno Provincial del Azuay, la primera para vías urbanas y la segunda para vías rurales. Es importante mencionar que la matriz vial difiere de una a otra en función del tipo de estructura vial que trabajan, en el caso del Gobierno local, los mantenimientos llevados a cabo son principalmente con bacheos menores, mayores y sellados. En el caso de la segunda, el Gobierno Provincial no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo por lo que de igual manera la conservación es a nivel correctiva, en este caso es importante mencionar que gran parte de la matriz vial a cargo de esta institución está a nivel de lastre por lo que los mantenimientos se ejecutan en gran parte en torno a una evaluación del drenaje de la vía para reemplazo de tuberías y limpieza de cunetas, y en vías en pavimento flexible que son en menor porcentaje se ejecutan bacheos.

3.2 Tipo de falla en función de tipología del sistema vial

Enfoque de investigación: Para determinar los tipos de fallas más comunes que se dan dentro de la ciudad, se realizó una amplia investigación bibliográfica mediante fuentes de investigación confiables y útiles.

Dentro de la bibliografía principal que usamos para la generación de datos tenemos

- NEVI (Norma Ecuatoriana Vial)
- MTOP (Ministerio de Transporte y Obras públicas)
- Cámara de la Construcción Cuenca
- GAD Cuenca (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Cuenca)

- Prefectura del Azuay

Clasificación de las fallas en los pavimentos: Hemos clasificado en 4 grupos para poder facilitar el trabajo

- 1. Por deformación en los pavimentos:** Aquí se encuentran aquellas variaciones del perfil transversal y/o longitudinal del pavimento. (ING. JOSE LUIS IRIGOYEN RAY, 2016)
- 2. Por fisuras y agrietamientos:** Son las fallas que presentan fracturas o discontinuidades que se pueden observar a simple vista en la superficie de rodadura. (ING. JOSE LUIS IRIGOYEN RAY, 2016)
- 3. Desintegración del pavimento:** Las fallas que presentan descomposición y disgregación del pavimento. (ING. JOSE LUIS IRIGOYEN RAY, 2016)
- 4. Otros tipos de fallas:** Dentro de estas incluimos los daños originados por exudación, eso también por la acumulación de trabajos de mantenimiento o cualquier otro tipo de reparación. (ING. JOSE LUIS IRIGOYEN RAY, 2016)

GRUPOS DE FALLAS EN LOS PAVIMENTOS			
Deformaciones permanentes	Fisuras y Agrietamientos	Desintegraciones	Otros modos de fallas
Ahuellamiento	Fisuras Longitudinales	Desprendimientos del agregado	Exudación de Asfalto
Hundimiento	Fisuras Transversales	Descubrimiento agregados	Bacheos/ reparación
Hinchamiento	Fisuras en bloques	Baches	Problemas de drenaje
Pérdida de nivelación	Fisuras Piel de Cocodrilo	Peladuras	Pérdida de color
	Agrietamiento del pavimento	Desplazamiento	Deterioro del bloque
	Juntas longitudinales	Despostillamiento	Erosión de juntas
	Juntas transversales	Desintegración	

FIGURA 23.- DIAGRAMA DE CLASIFICACIÓN DE GRUPOS DE FALLAS

Fuente: Elaboración propia

3.3 Determinación de la tipología de la vía evaluada

Según la investigación realizada para la determinación de la tipología se recopilamos algunas variables las mismas que fueron analizadas acorde a las necesidades que se presentan en las vías urbanas de la ciudad de Cuenca y estas se sometieron a un Análisis de precios Unitarios tomando en cuenta algunas variables que pueden ser modificadas, Ej. Distancia de transporte.

Análisis de precios Unitarios (APU), es la unidad más simple de presupuesto que busca establecer el costo de una cantidad unitaria. En este caso buscamos el costo de mantenimiento vial de un proyecto de pavimentos, en función de su estructura vial.

Los APUS que fueron considerados para el desarrollo del software, se presentan en la tabla a continuación y se eligieron en torno a las bases de precios para mantenimiento de las dos instituciones mencionadas anteriormente y también se relaciona a diferentes procesos de mantenimiento vial observado en el SOCE.

FIGURA 24.- TABLA DE RUBROS DE MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS

RUBRO	UNIDAD
Asfalto RC-250 Para Imprimación.	Litro
Asfalto RC-250 Para Capa de Liga	Litro
Bacheo Asfáltico Menor con Mezcla Asfáltica.	m3
Capa Rodadura Hormigón Asfáltico. Mezcla en planta espesor=2”. (5.08 cm.). Sin transporte.	m2
Acabado de la obra básica existente.	m2

Transporte Material de Mejoramiento, Base Granular. (medido después de compactar)	m3/km
Transporte de mezcla asfáltica. (Medido después de la compactación).	m3/km
Limpieza de alcantarillas	m3
Desbosque, desbroce y limpieza.	Ha
Reconformación y bacheo con material de mejoramiento con suelo seleccionado (no incluye material)	m3
Pedraplén.	m3
Excavación para cunetas y encauzamiento a mano	m3
Tubería Metálica Corrugada. D=1.20m espesor=2.50 mm	m
Geotextil para subdrenes	m2
Material filtrante tipo "B". (2" < D < 4") Incluye transporte	m3
Relleno Compactado con Material de Préstamo. (Incluido Transporte)	m3
Mezcla Asfáltica en Planta. (D < 3/4-3/8")	m3
Base Clase 1. TIPO "B". D < 1 1/2". (sin transporte)	m3
Tratamiento superficial bituminoso. Tipo "TSB-2C"	m2

Guarda caminos Tipo viga metálica doble.	ml
Base Clase 1. TIPO "B". D<1 1/2". Estabilizada con Emulsión de R.L.(e=15cm)	m3
Transporte de áridos (material suelto)	m3/km
Capa Rodadura Hormigón Asfáltico mezclado en planta espesor=1.5". (3.81 cm.). Sin transporte	m2
Cargado y desalajo de material con Volquete. (Distancia<5.00 km.)	m3
Sello de fisuras con Asfalto Polimerizado Tipo II	m
Fresado de Pavimento Asfáltico	m3
Suministro y Distribución de Cemento Portland. (Para estabilización o mejora de resistencia de las capas de pavimento).	Ton
Material de mejoramiento. C/Suelo Seleccionado. Para estabilización Suelo+Aditivo. (sin transporte)	m3
Capa Rodadura Hormigón Asfáltico mezclado en planta espesor=3". (7.62 cm).Sin transporte.	m2
Tratamiento Superficial Bituminoso Capa Única Tipo "TSB-1C"	m2
Geomalla.	m2
Cinta de Peligro (Instalación e insumo)	m
Malla de protección para seguridad	m

Cortado de hormigones	m
Demolición de pavimento rígido	m ³
Desalojo a mano	m ³
Encofrado	m ²
Excavación a máquina	m ³
Fundición de calzada y curado de superficie 240 kgf/cm ²	m ²
Limpieza de cunetas a máquina	m
Hormigón f'c=300 kg/cm ² con concreteira	m ³
Relleno compactado con base granular	m ³
Sellado de juntas	m
Subrasante, Conformación y Compactación	m ³
Tendido y compactado de suelo cemento	m ³
Limpieza de vía	m ²
Corte longitudinal de pavimento asfáltico	m
Tendido y compactado de mezcla asfáltica	m ³
Bacheo profundo: incluida reposición de material granular	m ²
Colocado de adocreto 300 kg/cm ² (incluye material)	m ³

Replanteo y nivelación vía	m
Retiro y desalojo de adoquín	m ²
Suministro de material de mejoramiento con suelo seleccionado en cantera. (sin.transp.)	m ³
Marca de Pavimento. (Pintura Sobre la calzada 15 cm de ancho 250 micras.)	Km
Escollera de Piedra Suelta.(Enrocado)	m ³
Remoción de hormigones	m ³
Sellado con pigmento negro	m ²
Sello Asfáltico con polvo de trituración	m ²
Bacheo Asfáltico Mayor con Mezcla Asfáltica.(mayor a 20.00 m ²)	m ³
Bacheo Mayor con Base-Cemento.(mayor a 20.00 m ²)	m ³
Bacheo Menor con Base-Cemento.(hasta 20.00 m ²)	m ³

Fuente: Elaboración propia

3.4 Análisis de alternativas de mantenimiento vial para el software.

Recopilación de información: En este proceso se analizó algunas alternativas de cómo se viene dando el mantenimiento vial por parte del “GAD de Cuenca” y la “Prefectura del Azuay” estas entidades nos brindaron información necesaria para realizar nuestra base de Datos la misma

que nos serviría para determinar el costo de nuestro proyecto mediante el análisis de precios unitarios.

Generación de la base de datos para los distintos tipos de fallas en los pavimentos:

esta base de datos fue creada de acuerdo a los rubros especificados con anterioridad y a su clasificación tomando en cuenta lo siguiente:

Equipo y Herramientas: Este costo normalmente depende del tipo de maquinaria y las horas de trabajo de acorde al salario estipulado por la ley para los choferes de maquinaria pesada y liviana.

Materiales: los costos de materiales se perciben acorde al tipo de pavimento y la falla que se encuentra en mantenimiento tomando en cuenta todo lo necesario para la reparación.

Transporte: Este costo varía de acuerdo a las distancias que se encuentren las canteras de la obra es pagada por km de transporte y por m³ de material transportado.

Mano de Obra: Estos costos se determinan en base a los salarios que actualmente reciben los trabajadores en las zonas de influencia que se encuentran en mantenimiento.

3.5 Generación de software para gestión de datos.

Como parte del desarrollo de este proyecto se realizó la elaboración de un software el cual permitirá el análisis de los APUS y presupuesto de cualquier tipo de falla que se vaya a analizar o a realizar el mantenimiento dentro de una carretera se podrá analizar y dar un resultado concreto de un presupuesto de costo y cantidad de materiales.

Proceso de programación

La elaboración del programa se ha basado en la fuente de programa base el cual es mediante el Python, mismo que con adición de otros programas se pudieron realizar el desarrollo de este software y estos fueron los siguientes:

- Python 3.8.10 (Lenguaje de programación)
- PyQt5: Librería para elaboración de interfaces gráficas
- Nuitka: Librería de Python para la creación del ejecutable en Windows
- SQLite: (Base de datos)

Programas para la codificación

- VS Code: para la codificación del programa
- DBeaver: para la creación, lectura, edición y eliminación de la data en la base de SQLite3, la cual permite la visualización y proceso de datos desde la fuente de Excel permitiendo de esta manera poder procesar los datos para el programa fuente.

Diagrama de función del proceso

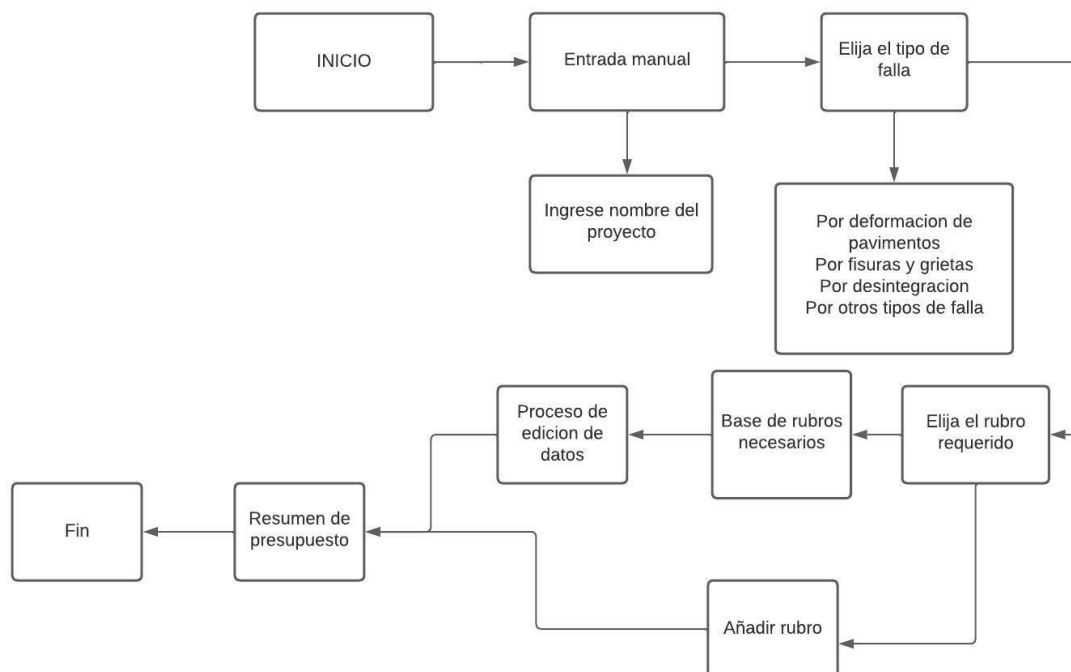


FIGURA 25.- DIAGRAMA DE SECUENCIA OPERATIVA DEL PROGRAMA

Fuente: Elaboración propia

3.6 Proceso de funcionamiento del software

1. Abrir el programa ejecutable haciendo doble clic sobre el mismo, dentro de la carpeta el cual tiene la denominación de main y se encuentra la base de datos.

dataBaseMP	5/1/2024 22:13	Archivo	76 KB
main	5/1/2024 8:53	Aplicación	20.293 KB
updateUnidades	3/1/2024 21:16	Archivo SQL	6 KB

FIGURA 26.- ARCHIVO "MAIN" EJECUTABLE DEL PROGRAMA

2. Como siguiente paso se procede a la proyección del inicio del programa donde se ejecutan las siguientes ventanas mostradas a continuación las mismas que son el panel de control y el ejecutable del programa.

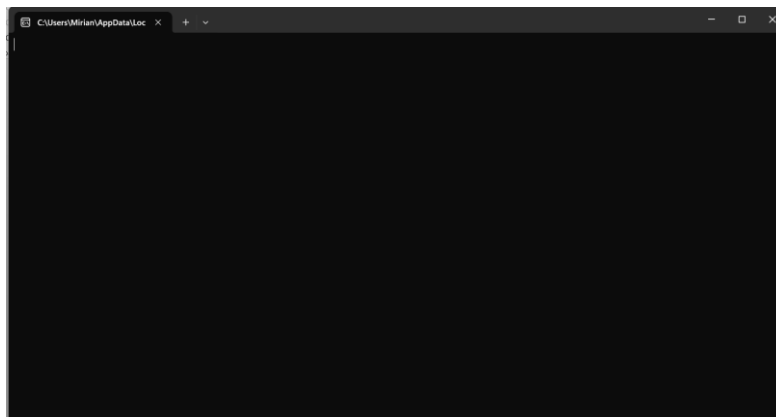


FIGURA 27.- PANEL DE LECTOR DE PROGRAMACIÓN

Descripción	Código	Unidad
-------------	--------	--------

FIGURA 28.- VENTANA DE INICIO DE EJECUCIÓN

3. Al instante de ejecutar el programa se aprecia la ventana de inicio la misma que está formada de diversas características las cuales se puede apreciar a simple vista y se detallan a continuación:

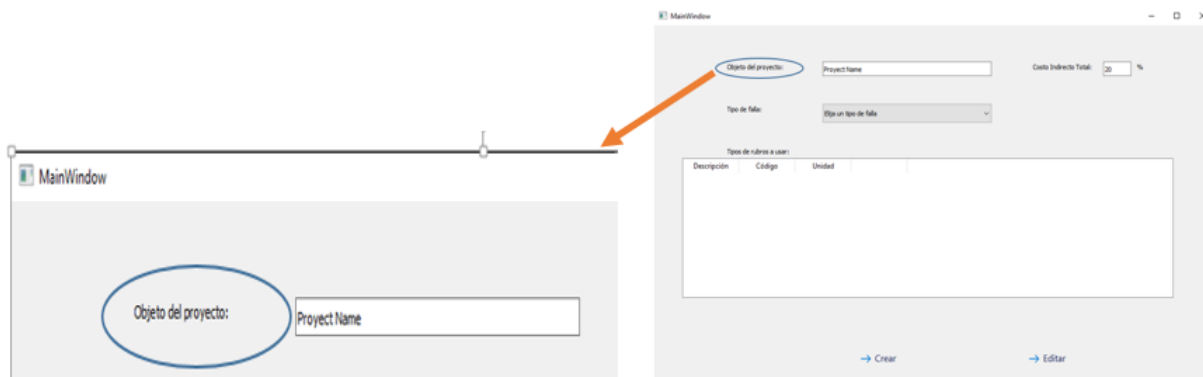


FIGURA 29.- OBJETO DE PROYECTO

El objeto de proyecto: referencia al nombre del proyecto que se realizará para el uso de este programa , lo cual permite al usuario dar libertad de elección y definición del proyecto.



FIGURA 30.- COSTO INDIRECTO TOTAL

Costo Indirecto Total: esta casilla permite al usuario tomar en cuenta el costo indirecto en su obra el cual se aplicará a cada uno de los rubros seleccionados para el proyecto.

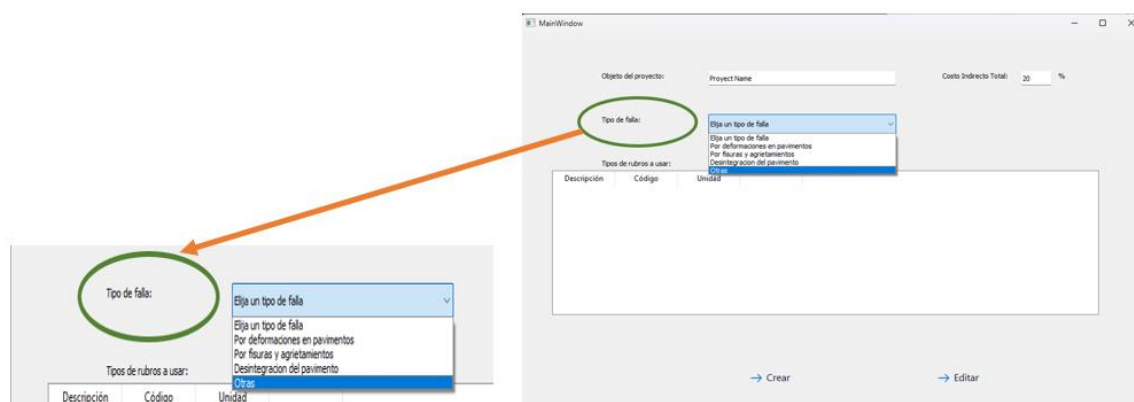


FIGURA 31.-TIPO DE FALLA

Tipo de falla: la funcionalidad de está es permitir que el usuario pueda tomar una elección dentro del grupo de fallas que puedan presentarse en su proyecto de pavimento.

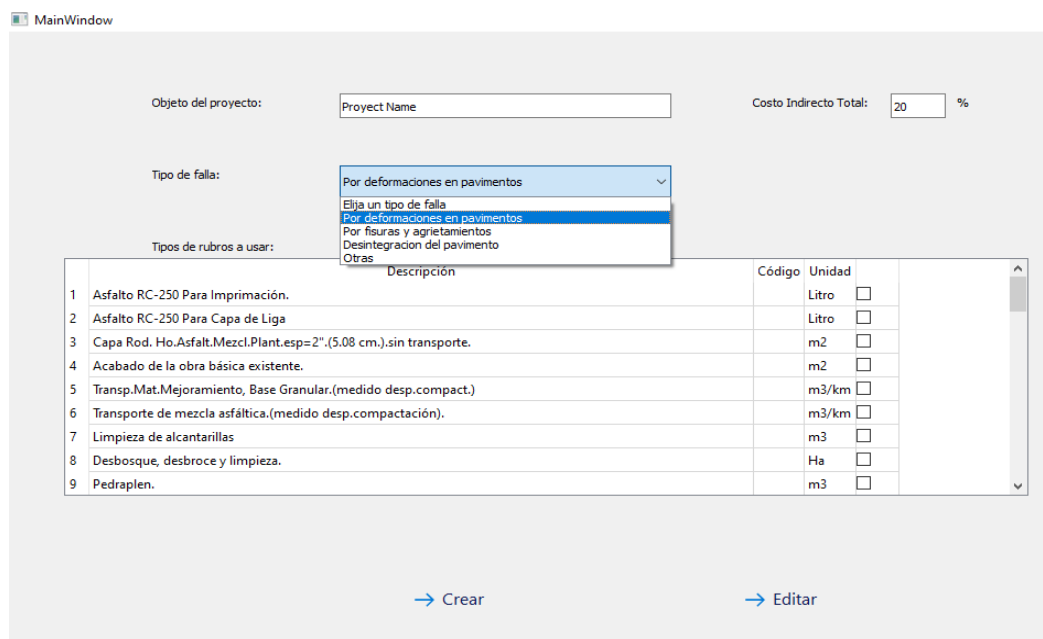


FIGURA 32.-LISTADO DE RUBROS SEGÚN LA FALLA SELECCIONADA

Al elegir el tipo de falla, el programa carga las opciones de rubros según el grupo seleccionado, facilitando al usuario la visualización de los mismos.

MainWindow

Objeto del proyecto: Costo Indirecto Total: %

Tipo de falla:

Tipos de rubros a usar:

	Descripción	Código	Unidad	
1	Asfalto RC-250 Para Imprimación.		Litro	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Asfalto RC-250 Para Capa de Liga		Litro	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Capa Rod. Ho.Asfalt.Mezcl.Plant.esp=2".(5.08 cm.).sin transporte.		m2	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Acabado de la obra básica existente.		m2	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Trasp.Mat.Mejoramiento, Base Granular.(medido desp.compact.)		m3/km	<input type="checkbox"/>
6	Transporte de mezcla asfáltica.(medido desp.compactación).		m3/km	<input type="checkbox"/>
7	Limpieza de alcantarillas		m3	<input type="checkbox"/>
8	Desbosque, desbroce y limpieza.		Ha	<input type="checkbox"/>
9	Pedraplen.		m3	<input type="checkbox"/>

→ Crear → Editar

FIGURA 33.- SELECCIÓN DE RUBROS

A continuación se procede a seleccionar los rubros necesarios según el proyecto a realizar, paso siguiente se procede a seleccionar los rubros necesarios dependiendo el tipo de proyecto a realizar.

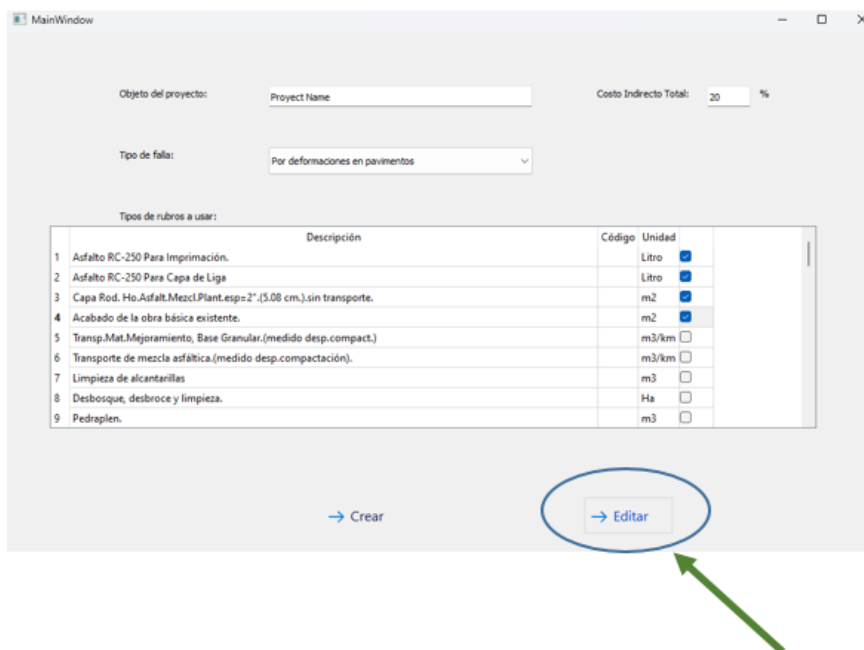


FIGURA 34.- "EDITAR "

Una vez realizada la selección de los rubros se procede a elaborar la respectiva edición de los mismos.

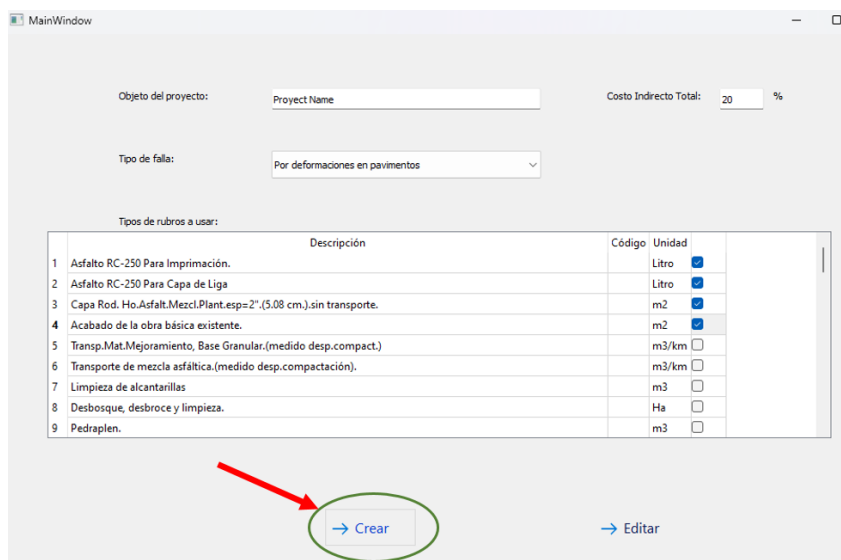
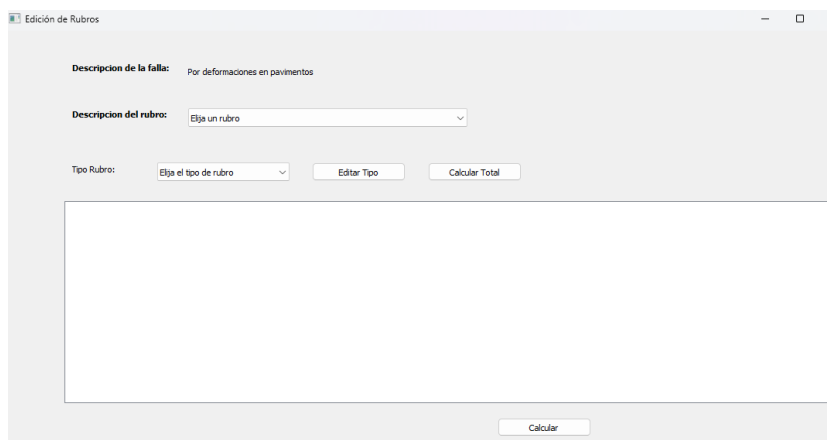


FIGURA 35.- "CREAR"

En el caso de proceder a agregar un nuevo rubro se tendrá que realizar la selección de la opción "crear".

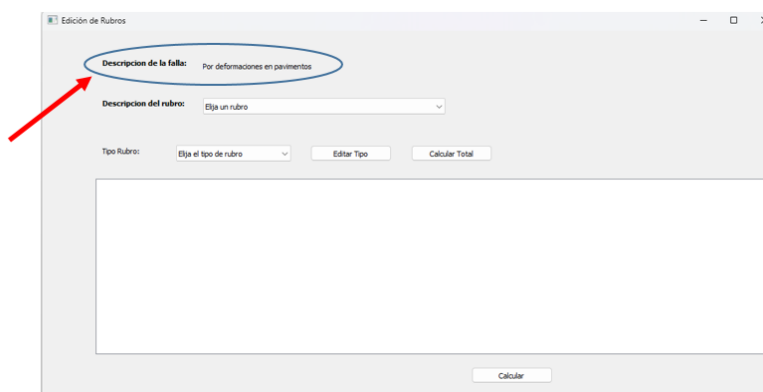
4. Como continuidad del programa se podrá visualizar la pantalla de edición de rubros la cual nos da a conocer diversas características donde se procederá a actualizar cantidades y precios de cada uno de ellos dependiendo del criterio del usuario.



The screenshot shows a window titled "Edición de Rubros". It contains the following elements:

- Descripción de la falla:** A text field with the value "Por deformaciones en pavimentos".
- Descripción del rubro:** A dropdown menu with the value "Elja un rubro".
- Tipo Rubro:** A dropdown menu with the value "Elja el tipo de rubro", followed by "Editar Tipo" and "Calcular Total" buttons.
- A large empty rectangular area for data entry.
- A "Calcular" button at the bottom right.

FIGURA 36.- VENTANA DE EDICIÓN DE RUBROS



This screenshot is identical to Figure 36, but with a red arrow pointing to the "Descripción de la falla" text field, which is also circled in blue. The text in the field is "Por deformaciones en pavimentos".

FIGURA 37.-DESCRIPCIÓN DE FALLA

Descripción de la falla: estas nos reflejan la selección realizada según el grupo al que pertenece la falla de proyecto.

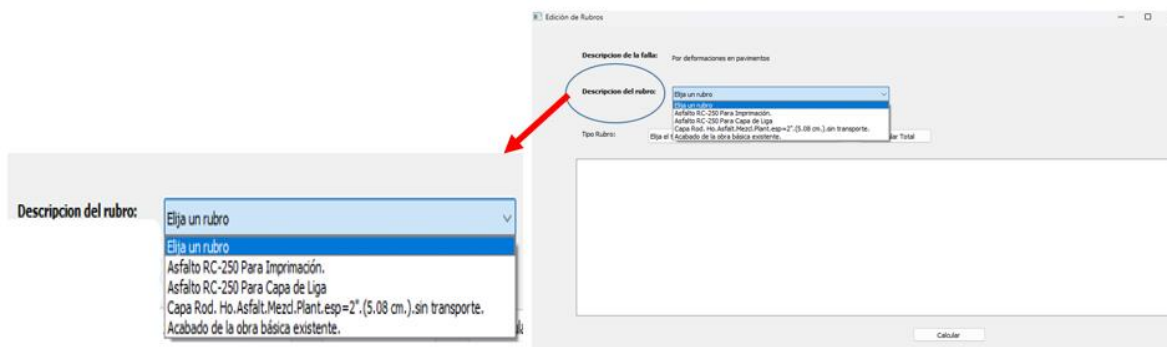


FIGURA 38.- DESCRIPCIÓN DE RUBRO

Descripción del rubro: esta pestaña nos permite que se despliegue la lista de rubro preseleccionados para que puedan ser procesados en la edición.

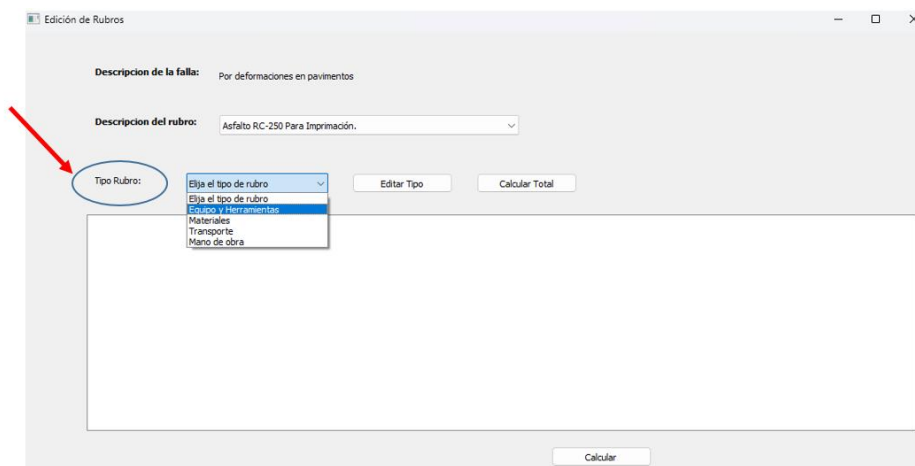


FIGURA 39.-ESQUEMA DE RUBRO

Tipo de rubro: este apartado nos da a conocer un listado que detalla el contenido de cada uno de los rubros los mismo que pueden ser analizado y cambiados en caso de que lo requiera su costo, rendimiento o cantidad.

Edición de Rubros

Descripción de la falla: Por deformaciones en pavimentos

Descripción del rubro: Asfalto RC-250 Para Imprimación.

Tipo Rubro: Equipo y Herramientas

	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	RENDIMIENTO	TOTAL
1	1010023	DISTRIBUIDOR ...	hora	1	80.0	0.00105	0.08
2	101007	ESCOBA ...	hora	1	25.0	0.00105	0.03
3	101008	VOLQUETE DE 6...	hora	1	25.0	0.00105	0.03
4							
5							
6							
7							
8							

FIGURA 40.-DETALLE DE INFORMACIÓN DE RUBRO

Al realizar la selección de estos apartados se visualiza en pantalla la descripción del contenido.

Edición de Rubros

Descripción de la falla: Por deformaciones en pavimentos

Descripción del rubro: Asfalto RC-250 Para Imprimación.

Tipo Rubro: Equipo y Herramientas

	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	RENDIMIENTO	TOTAL
1	1010023	DISTRIBUIDOR ...	hora	1	80.0	0.00105	0.08
2	101007	ESCOBA ...	hora	1	25.0	0.00105	0.03
3	101008	VOLQUETE DE 6...	hora	1	25.0	0.00105	0.03
4							
5							
6							
7							
8							

FIGURA 41.- CALCULAR TOTAL

Si se da algún cambio numérico se debe pulsar “Calcular Total” para que se pueda dar el nuevo resultado, tomando en cuenta que en este caso se usa como separador de decimales el punto y no la coma ya que en caso de usar este símbolo el programa leerá como error esta acción y procederá a cerrarse totalmente.

Descripción de la falla: Por deformaciones en pavimentos
Descripción del rubro: Asfalto RC-250 Para Imprímación.
Tipo Rubro: Equipo y Herramientas

	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	RENDIMIENTO	TOTAL
1	1010023	DISTRIBUIDOR ...	hora	1	80.0	0.00105	0.08
2	101007	ESCOBA ...	hora	1	25.0	0.00105	0.03
3	101008	VOLQUETE DE 6...	hora	1	25.0	0.00105	0.03
4							
5							
6							
7							
8							

FIGURA 42.- EDITAR TIPO

Al realizar el recalculamiento se selecciona “Editar Tipo” ya que el programa procederá a guardar estos cambios realizados y se podrán observar en caso que se pueda reelegir en proyectos futuros.

Descripción de la falla: Por deformaciones en pavimentos
Descripción del rubro: Asfalto RC-250 Para Imprímación.
Tipo Rubro: Equipo y Herramientas

	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	RENDIMIENTO	TOTAL
1	1010023	DISTRIBUIDOR ...	hora	1	80.0	0.00105	0.08
2	101007	ESCOBA ...	hora	1	25.0	0.00105	0.03
3	101008	VOLQUETE DE 6...	hora	1	25.0	0.00105	0.03
4							
5							
6							
7							
8							

FIGURA 43.- CALCULAR

Una vez realizado todos los cambios correspondientes y guardados, se realizará el respectivo cálculo final de presupuesto para ello presionamos en “Calcular”.

- Al proseguir con la secuencia del programa se refleja la tabla que nos da el cálculo final y es aquí donde podremos visualizar la cantidad total del presupuesto.

Dialog

tituloDelProyecto

Rubros	Unidades	Cantidades	Precio Final

Costo Indirecto Total: 20%

Costo Total del mantenimiento: ctm

Cargar

FIGURA 44.- VENTANA DE PRESUPUESTO FINAL

Project Name → Objeto de proyecto

Rubros	Unidades	Cantidades	Precio Final
1 Asfalto RC-250 Para Imprimación.	Litro	1	0.88
2 Asfalto RC-250 Para Capa de Liga	Litro	1	0.57
3 Capa Rod. Ho.Asfalt.Mezcl.Plant.esp=2", (5.08 cm.), sin transporte.	m2	1	9.17
4 Acabado de la obra básica existente.	m2	1	0.47

Costo Indirecto Total: 20%

Costo Total del mantenimiento: 13.308

Cargar

FIGURA 45.- CARGAR

Para realizar la visualización de los datos de rubros del proyecto se debe seleccionar la opción “cargar” de forma que de manera automática se cargue un resumen de toda la información de presupuesto del proyecto realizado, dándonos así un monto total y un resumen del nombre del proyecto y su costo indirecto que fue usado.

Project Name

Rubros	Unidades	Cantidades	Precio Final
1 Asfalto RC-250 Para Imprimación.	Litro	1	0,8
2 Asfalto RC-250 Para Capa de Liga	Litro	1	0,77
3 Capa Rod. Ho.Asfalt.Mezcl.Plant.esp=2".(5.08 cm.),sin transporte.	m2	1	9,7
4 Acabado de la obra básica existente.	m2	1	0,77

Costo Indirecto Total: 20%

Costo Total del mantenimiento: 13.308

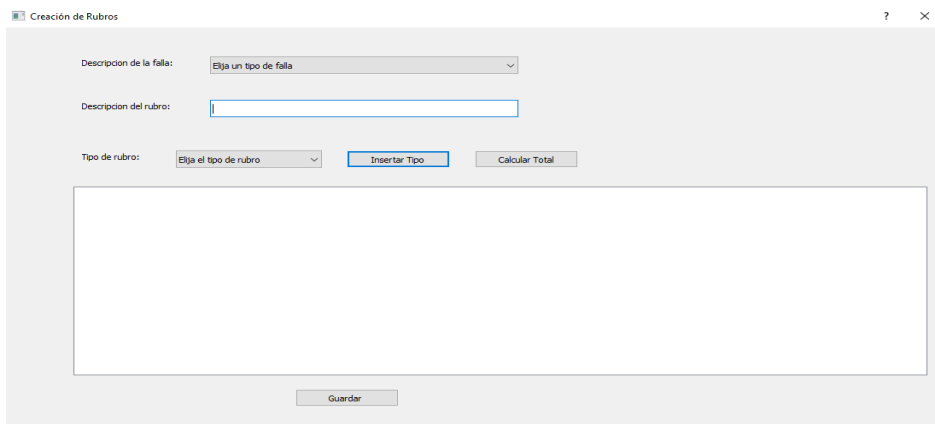
Cargar

FIGURA 46.-OPCIÓN DE CAMBIO DE CANTIDADES DE OBRA

Adicionalmente se podrán realizar la cuantificación de cantidades dependiendo el tamaño de la obra y el programa se encargará de recalcular automáticamente los nuevos resultados.

6. **Crear nuevo rubro:** esta es una de las opciones que nos brinda el programa pero en caso de tener que aplicarla solo se lo realizará antes de hacer la edición de rubros puesto que el programa al seguir una secuencia no admite cambios en que se hagan en pantallas

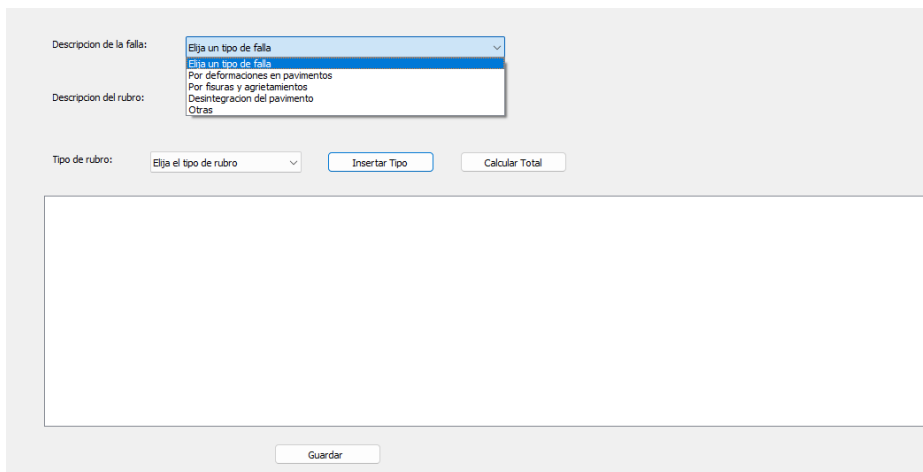
anteriores. Para este proceso se realizará el siguiente proceso:



The screenshot shows a web form titled "Creación de Rubros". It contains the following elements: a dropdown menu for "Descripcion de la falla" with the option "Elija un tipo de falla"; a text input field for "Descripcion del rubro"; a dropdown menu for "Tipo de rubro" with the option "Elija el tipo de rubro"; a blue button labeled "Insertar Tipo"; a grey button labeled "Calcular Total"; a large empty rectangular area; and a grey button labeled "Guardar" at the bottom center.

FIGURA 47.- CREACIÓN DE RUBROS

La figura muestra la pantalla que se presenta para la creación de rubros en donde procederemos de la siguiente manera:



This screenshot shows the same "Creación de Rubros" form as Figure 47, but with the "Descripcion de la falla" dropdown menu open. The menu lists the following options: "Elija un tipo de falla", "Elja un tipo de falla", "Por deformaciones en pavimentos", "Por fisuras y agrietamientos", "Desintegracion del pavimento", and "Otras". The "Elja un tipo de falla" option is currently selected and highlighted in blue.

FIGURA 48.-DESCRIPCIÓN DE GRUPOS DE FALLAS

Elegiremos la descripción de la falla a la cual le vamos a agregar el rubro.

FIGURA 49.- DESCRIPCIÓN DE RUBRO

Se dará la respectiva descripción del rubro de nuevo ingreso.

FIGURA 50.- EDICIÓN DE DATOS CARACTERISTICOS DEL RUBRO

Se debe realizar la selección de cada uno de estos parámetros para permitir que se pueda dar entrada a los nuevos datos.

Descripcion de la falla:

Descripcion del rubro:

Tipo de rubro:

2 **1**

	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	RENDIMIENTO	TOTAL
1							
2							
3							
4							
5							

3

FIGURA 51.-PROCESO A SEGUIR PARA GUARDAR NUEVO RUBRO

Al realizar la elección de del tipo de apartado de rubro se procede a “calcular el total” y a su vez “insertar tipo” lo que permite que el programa proceda a guardar los cambios específicos en su fuente de datos principal. Adicionalmente se debe recalcar que el uso de punto como separador de decimales. Como finalidad del mismo se procede a asignar “guardar” para poder crear la ventana y volver a iniciar nuevamente la elección del proyecto.

4.1.1 Revisión de propuestas económicas

Ejemplos de fallas encontradas en la zona de estudio



FIGURA 52.-PIEL DE COCODRILO OCASIONADO POR AGRIETACIÓN DEL PAVIMENTO



FIGURA 53.-FISURAS TRANSVERSALES POR DEFORMACIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO



FIGURA 54.-HUNDIMIENTO, DESPLAZAMIENTO, DETERIORO, PERDIDA DE COLOR, FORMACIÓN DE BACHES DE ADOQUÍN.



FIGURA 55.-DETERIORO Y BACHEO SUPERFICIAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE



FIGURA 56.-AGRIETAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE



FIGURA 57.-FORMACIÓN DE BACHES DEL PAVIMENTO ARTICULADO



FIGURA 58.-DESPLAZAMIENTO DEL PAVIMENTO ARTICULADO



FIGURA 59.-PROBLEMAS DE DRENAJE DEL PAVIMENTO ARTICULADO

4.2 Experimentación con el software para determinar el costo

En el proceso del análisis de la clasificación por tipos de fallas dentro del programa, se debe proceder a realizarlo una a una dependiendo los diversos rubros a usar, por ello se pudo apreciar diferentes características dentro de las fallas presentadas en los ejemplos.

Edición de Rubros

Descripción de la falla Por deformaciones en pavimentos

Descripción del rubro: Remocion de Hormigones

Tipo Rubro: Equipo y Herramientas

	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	RENDIMIENTO	TOTAL
1	10104	RETROEXCAVA...	hora	1	30.0	0.1667	5.0
2	101008	VOLQUETA E ...	hora	0.5	25.0	0.1667	2.08
3	101020	COMPRESOR	hora	1	20.0	0.1667	3.33
4	101021	MARTILLO ...	hora	1	28.0	0.1667	4.67
5							
6							

FIGURA 61.- EDICIÓN DE RUBROS

En esta ventana en la parte de descripción del rubro nos aparecen todos los rubros antes seleccionados, podemos editar los equipos, materiales, transporte, mano de obra de cada uno de ellos las unidades y el rendimiento si así lo requiere caso contrario solo damos clic en calcular y nos aparece la siguiente ventana:

Dialog

tituloDelProyecto

Rubros	Unidades	Cantidades	Precio Final

Costo Indirecto Total: 10%

Costo Total del mantenimiento: ctm

Cargar

FIGURA 62.- CARGANDO PRESUPUESTO FINAL

Aquí únicamente revisamos el costo indirecto del proyecto que esté correcto y damos clic en cargar y nos refleja los siguientes resultados:

Dialog

Pavimento rigido

Rubros	Unidades
1 Transp.Mat.Mejoramiento, Base Granular.(medido desp.compact.)	m3/km 1
2 Desbosque, desbroce y limpieza.	Ha 1
3 Reconformación y bacheo con material de mejoramiento con suelo seleccionado (no incluye material)	m2 1
4 Transporte de áridos (material suelto)	m3/km 1
5 Cargado y desalajo de material con Volquete.(Dist.<5.00 km.)	m3 1
6 Suministro y Distrib.de Cemento Portland.(para estabilización o mejora de resistencia de las capas de pavimento).	Ton 1
7 Malla de proteccion para seguridad	m 1
8 Cortado de hormigon	m 1
9 Fundicion de calzada y curado de superficie	m2 1
10 Sellado de juntas	m 1

Costo Indirecto Total: 20%

Costo Total del mantenimiento: 1016.61

FIGURA 63.- PRESUPUESTO FINAL DE PAVIMENTO RÍGIDO

Dialog

Pavimento rígido

Rubros	Unidades	C
5 Cargado y desdaje de material con volquete.(0.05 a 2.00 km.)	m3	1
6 Suministro y Distrib.de Cemento Portland.(para estabilización o mejora de resistencia de las capas de pavimento).	Ton	1
7 Malla de proteccion para seguridad	m	1
8 Cortado de hormigon	m	1
9 Fundicion de calzada y curado de superficie	m2	1
10 Sellado de juntas	m	1
11 Tendido y compactado de suelo cemento	m3	1
12 Limpieza de via	m2	1
13 Cinta de Peligro (Instalación e insumo)	m	1
14 Bacheo Mayor con Base Cemento.(mayor a 20.00m2)	m3	1

Costo Indirecto Total: 20%

Costo Total del mantenimiento: 1016.61

Cargar

FIGURA 64.- PRESUPUESTO FINAL DE PAVIMENTO RÍGIDO

Este sería el costo real total del proyecto en este caso tenemos dos ventanas por qué existen distintos tipos de fallas por deformación y por fisuras y agrietamientos en la misma vía.

4.2.2 Segundo ensayo alternativa: pavimento flexible

De la misma manera que en el pavimento rígido solo que con otros tipos de rubros procedemos hacer el cálculo de costo total del proyecto:

MainWindow

Objeto del proyecto: Av. 12 abril - Pavimento Flexible Costo Indirecto Total: 20 %

Tipo de falla: Por deformaciones en pavimentos

Tipos de rubros a usar:

	Descripción	Código	Unidad	
33	Fundicion de calzada y curado de superficie 240kgf/cm2		m2	<input type="checkbox"/>
34	Limpieza de cunetas a maquina		m	<input type="checkbox"/>
35	Relleno compactado con base granular		m3	<input type="checkbox"/>
36	Subrasante, Conformacion y Compactacion		m3	<input type="checkbox"/>
37	Tendido y compactado de suelo cemento		m3	<input type="checkbox"/>
38	Limpieza de via		m2	<input checked="" type="checkbox"/>
39	Corte longitudinal de pavimento asfaltico		m	<input checked="" type="checkbox"/>
40	Tendido y compactado de mezcla asfaltica		m3	<input checked="" type="checkbox"/>
41	Retiro y desalojo de adoquin		m2	<input type="checkbox"/>

→ Crear → Editar

FIGURA 65.- ENSAYO 2 ALTERNATIVA PAVIMENTO FLEXIBLE

Dialog

Av. 12 abril - Pavimentr

	Rubros	Unidades	Cantidades	Precio Final
1	Asfalto RC-250 Para Capa de Liga	Litro	1	0.57
2	Transporte de mezcla asfaltica.(medido desp.compactación).	m3/km	1	0.29
3	Desbrosque, desbroce y limpieza.	Ha	1	658.77
4	Cargado y desalojo de material con Volquete.(Dist.<5.00 km.)	m3	1	2.69
5	Fresado de Pavimento Asfáltico	m3	1	16.81
6	Malla de proteccion para seguridad	m	1	2.25
7	Limpieza de via	m2	1	1.78
8	Corte longitudinal de pavimento asfaltico	m	1	1.22
9	Tendido y compactado de mezcla asfaltica	m3	1	2.80
10	Cinta de Peligro (Instalación e insumo)	m	1	0.15

Costo Indirecto Total: 20%

Costo Total del mantenimiento: 1053.71'

Cargar

FIGURA 66.- EDICIÓN DE RUBROS SEGUNDO ENSAYO

Dialog

Av 12 de abril

Rubros	Unidades	Cantidades	Precio Fir
1 Bacheo Asfáltico Menor con Mezc.Asfáltica.	m3	1	261.61
2 Reconformación y bacheo con material de mejoramiento con suel...	m2	1	0.30
3 Bacheo Profundo: incluido reposicion de material granular	m2	1	9.20

Costo Indirecto Total: 10%

Costo Total del mantenimiento: 271.11

Cargar

FIGURA 67.-PRESUPUESTO FINAL PARA PAVIMENTO FLEXIBLE

4.2.3 Tercer ensayo alternativa: pavimento articulado

MainWindow

Objeto del proyecto: Pav. Articulado Costo Indirecto Total: 20 %

Tipo de falla: Por deformaciones en pavimentos

Tipos de rubros a usar:

	Descripción	Código	Unidad	
1	Asfalto RC-250 Para Imprimación.		Litro	<input type="checkbox"/>
2	Asfalto RC-250 Para Capa de Liga		Litro	<input type="checkbox"/>
3	Capa Rod. Ho.Asfalt.Mezcl.Plant.esp=2".(5.08 cm.).sin transporte.		m2	<input type="checkbox"/>
4	Acabado de la obra básica existente.		m2	<input type="checkbox"/>
5	Transp.Mat.Mejoramiento, Base Granular.(medido desp.compact.)		m3/km	<input type="checkbox"/>
6	Transporte de mezcla asfáltica.(medido desp.compactación).		m3/km	<input type="checkbox"/>
7	Limpieza de alcantarillas		m3	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Desbosque, desbroce y limpieza.		Ha	<input checked="" type="checkbox"/>
9	Pedraplen.		m3	<input type="checkbox"/>

→ Crear → Editar

FIGURA 68.- ENSAYO 3 ALTERNATIVA PAVIMENTO ARTICULADO

Edición de Rubros

Descripción de la falla: Por deformaciones en pavimentos

Descripción del rubro: Desbosque, desbroce y limpieza.

Tipo Rubro: Mano de obra

	CODIGO	DESCRIPCION	NUMERO	SRH	RENDIMIENTO	TOTAL
1	409009	TRACTOR ...	1	4.29	4.2	16.84
2	402004	PEON	1	3.83	4.2	195.47
3						
4						
5						
6						
7						

FIGURA 69.- EDICIÓN DE RUBROS

Dialog

Pav. Articulado

	Rubros	Unidades	Cantidades	Precio Final
1	Limpieza de alcantarillas	m3	1	13.97
2	Desbosque, desbroce y limpieza.	Ha	1	658.77
3	Transporte de áridos (material suelto)	m3/km	1	0.33
4	Cargado y desalojo de material con Volquete.(Dist.<5.00 km.)	m3	1	2.69
5	Malla de proteccion para seguridad	m	1	2.25
6	Relleno compactado con base granular	m3	1	16.04
7	Limpieza de via	m2	1	1.78
8	Retiro y desalojo de adoquin	m2	1	71.61
9	Cinta de Peligro (Instalación e insumo)	m	1	0.15
10	Colocado de adocreto 300kg/cm2	m2	1	11.60

Costo Indirecto Total: 20%

Costo Total del mantenimiento: 935.028

FIGURA 70.- PRESUPUESTO EN PAVIMENTO ARTICULADO

4.3 Análisis de Resultados

En base a la experiencia que hemos tenido con varios ejemplos demostrativos podemos decir que la herramienta que hemos creado para facilitar al estudiante, profesional o persona que se dedique al trabajo vial es muy funcional y a la vez nos ahorra tiempo en los cálculos debido a que su base de datos está ingresada con datos confiables y actualizados los mismos que pueden ser modificados sin ningún inconveniente si así se lo requiere.

Podemos decir que son datos confiables debido a la investigación previa que se hizo para la creación del software ya que sus costos están comprobados y verificados con presupuestos reales utilizados por las entidades encargadas de dar mantenimiento a las vías en la zona de estudio, estas entidades son: (Gobierno Autónomo Descentralizado de Cuenca y la Prefectura del Azuay).

Las modificaciones que el software me permite realizar sin darnos error son en cuanto a cantidades de equipos, materiales, mano de obra, transporte, rendimientos, ya que no todos los proyectos abarcan la misma área es por ello que estos datos pueden ser modificados acorde a las necesidades y distancias de trabajo. Uno de los parámetros de entrada que se debe tener en cuenta son los costos indirectos con los cuales se va trabajar ya que una vez ingresado ese valor el resto de cálculos se hará con ese porcentaje sin permitirnos modificar ya una vez iniciado el proyecto.

El software tiene una funcionalidad efectiva siempre y cuando sea bien utilizado, no se requiere tener mucha experiencia para usarlo, pero si es necesario que la persona que vaya usar el mismo tenga conocimiento básico sobre mantenimiento vial ya que a la hora de elegir los datos o rubros es indispensable tener en cuenta todo lo que se necesita para el proyecto que se requiera realizar. Si es que se eligen demasiados rubros innecesarios o a la vez muy pocos estos costos no

podrían ser reales dando desconfianza al momento de iniciar la obra y nos tomaría más tiempo del previsto para su análisis.

Este proyecto de software, ha sido aplicado como primeros intentos en proyectos menores, con tramos cortos de análisis y con las fallas más comunes que se presentan en la zona urbana y áreas de estudio, específicamente de la ciudad de Cuenca, lo que podrá ir evolucionando y mejorando con aplicaciones futuras.

El software tiene varios beneficios que aporta, ya que existen muchos métodos y programas relacionados con costos y presupuestos que hacen el mismo trabajo pero ninguno de ellos es gratis o no tienen una ejecución sencilla debido a que su lenguaje de ejecución no es entendible para todos, esto hace que el programa creado sea relevante teniendo en cuenta que no se necesita de un gran procesador ni tener experiencia en su manejo basta con contar con un computador y conocimiento básico para tener éxito en el manejo del mismo. Estudiantes de ing civil

CAPÍTULO V: Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

Después de llevar a cabo el proceso de recopilación de datos en las entidades pertinentes del ámbito vial, se pudo concluir que, los trabajos de mantenimiento más frecuentes en la ciudad de Cuenca, en la zona urbana son, bacheo asfáltico mayor y menor en tipos de pavimentos (flexibles, rígidos, articulados), fresado de la capa asfáltica, sellado y reparación de fisuras longitudinales y transversales, retiro y colocación de adoquines.

Evaluando el software se ha verificado su funcionalidad para calcular los costos en diversas alternativas de pavimento.

El software diseñado en este trabajo es de acceso libre y gratuito, además aporta con una clasificación de rubros acorde a las fallas que se encuentran diferenciados en grupos de tipos de fallas, la base de datos podrá seguirse alimentando de acuerdo a la utilización del programa.

La capacidad operativa del software desarrollado en el marco de este proyecto no solo permite la visualización de un presupuesto total del proyecto ya que por su extensiva fuente de datos permite guardar una base de análisis de precios unitarios, y además la opción de actualización y edición de precios de recursos, modificación de rendimientos y adición de nuevos APUS.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda a instituciones competentes al mantenimiento vial, el uso y creación de nuevas herramientas de planificación para la conservación y mantenimiento vial, que tengan conocimientos básicos sobre análisis y presupuestos.

Se recomienda ampliar el uso de nuevas tecnologías de construcción para conservación vial, que deriven en una ampliación de la vida útil de los pavimentos y el uso efectivo de asignaciones presupuestarias.

Realizar una actualización periódica de la base de datos, ya que es una manera de mantener la base de datos que contiene costos de los equipos, herramientas y mano de obra, esta actualización podría variar en su periodo de tiempo en torno a la fluctuación de precios a nivel nacional.

Se recomienda se realice investigaciones futuras, basadas en el software generado, con la intención de generar herramientas novedosas con un acceso equitativo al programa elaborado, ya que el mismo presenta una interfaz intuitiva y un soporte activo, lo que destaca la eficiencia de esta herramienta para presupuestar proyectos de mantenimiento vial.

Capítulo VI: Bibliografía

- Alfonso, M. (1998). *MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFALTICOS EN VIAS CON MEDIOS Y ALTOS VOLUMENES DE TRANSITO*. CAUCA.
- Alvaro Javier Godoy Oddone, R. F. (2006). *PATOLOGIA DE PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE ASUNCION*. San lorenzo .
- BELLO, L. A. (2017). ANALISIS COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS ENTRE METODOS VIZIR Y PCI APLICADOS A UN TRAMO DE 1.6KM VIA JIPAJAPACHADE. JIPIJAPA, MANABI, ECUADOR.
- Br. ZEVALLOS GAMARRA, R. E. (2018). Identificacion y Evaluacion de fallas superficiales en los pavimentos flexibles de algunas vias de la ciudad de Barranca. Peru.
- CASTRO, G. (2014). Herramienta de Auscultacion y Estimacion de Costos para Actividades de Mntenimiento y Rehabilitacion de Pavimentos Rigidos. (*Titulo de Licenciatura*). Instituto Tecnologico de Costa Rica Escuela de Ingenieria en Construccion, Costa Rica.
- CATA. (2008). *FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES*.
- EDGAR, G. (2001). DISEÑO DE PAVIMENTOS LEXIBLES Y SEMIRIGIDOS PARA CARRETERAS. En *INGENIERIA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS* (pág. 129). Colombia: Agora Editores.
- Edwin Barajas Reina, B. E. (2017). *ANÁLISIS COMPARATIVO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LOS PAVIMENTOS O MANTENIMIENTO VIAL DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ CON LA CIUDAD DE SAO PAULO*. bogota.

Fabricio, L. (2005). SISTEMAS DE SOPORTE PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LA ADMINISTRACION DE CARRETERAS. (*Titulo de Posgrado*). UNIVERSIDAD ESTATAL A DISTANCIA, Costa Rica.

ING. JOSE LUIS IRIGOYEN RAY, I. L. (2016). *IDENTIFICACION DE FALLAS EN PAVIMENTOS Y TECNICAS DE REPARACION* . REPUBLICA DOMINICANA.

Morgado, D. E. (2018). Metodologias de reparacion para pavimentos flexibles de mediano y bajo transito. Chile.

Ojeda, R. J. (2018). *Analisis de patologias de la carpeta asfaltica en fallas de pavimento flexible en el tramo Almudena-Puquin del distrito de Santiago, provincia y departamento del Cusco*. Cusco.

RINCON, S. I. (2017). CALCULO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO ARTICULADO EN UNA TRAMO DE VIA URBANA DEL MUNICIPIO DE LA CALEERA CUNDINAMARCA.

AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Nosotras, **Sandra Jacqueline Auquilla Yunga** y **Mirian Johanna Orellana Quiridumbay** portador(a) s de las cédulas de ciudadanía N. ° 0106656333 y 0105585111. En calidad de autor(a)s y titulare(a)s de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Evaluación de costos de diferentes alternativas de mantenimiento vial en la ciudad de Cuenca zona urbana”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconocemos a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizamos a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 01 de marzo del 2024



F:

Sandra Jacqueline Auquilla Yunga

0106656333



F:

Mirian Johanna Orellana Quiridumbay

0105585111

