



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE TITULACIÓN

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

TEMA

**NIVEL DE DETERIORO Y EVALUACIÓN POR EL MÉTODO
PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) DE LA AVENIDA GENERAL
BARONA, BABAHOYO.**

TUTOR

MSC. MARIA ALEJANDRA BORBOR BAJAÑA

AUTORES

VICTOR ARATH ALBAN FREIRE

CARLOS EMMANUEL MANZANO BAYAS

GUAYAQUIL

2024

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	
NIVEL DE DETERIORO Y EVALUACIÓN POR EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) DE LA AVENIDA GENERAL BARONA, BABAHOYO.	
AUTOR/ES: VICTOR ARATH ALBAN FREIRE, CARLOS EMMANUEL MANZANO BAYAS	TUTOR: MSc. Maria Alejandra Borbor Bajaña
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: INGENIERO CIVIL
FACULTAD: INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN	CARRERA: INGENIERÍA CIVIL
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2024	N. DE PÁGS: 132
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción	
PALABRAS CLAVE: INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE, EVALUACIÓN, PRESUPUESTO y DESARROLLO URBANO	
RESUMEN: La infraestructura de transporte es fundamental para el desarrollo socioeconómico, pero el deterioro de las carreteras plantea desafíos. Este estudio se centra en la evaluación del estado de la Avenida General Barona en Babahoyo, utilizando el método Pavement Condition Index (PCI) para proponer medidas de conservación. En ella, se identificaron diversas problemáticas como baches, grietas y otras formas de deterioro que perjudican a la seguridad de transporte. Por ello, este proyecto de investigación propone medidas de control de fallas, un presupuesto y un cronograma para su implementación, buscando mejorar la calidad y funcionalidad de la vía para sus usuarios, y a su vez, promover el desarrollo urbano del cantón.	
N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:
DIRECCIÓN URL (Web):	
ADJUNTO PDF:	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

CONTACTO CON AUTOR/ES: VICTOR ARATH ALBAN FREIRE, CARLOS EMMANUEL MANZANO BAYAS	Teléfono: 0959580590 0986355270	E-mail: valbanf@ulvr.edu.ec cmanzanob@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Ph.D Marcial Calero Amores Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 241 E-mail: mcaleroa@ulvr.edu.ec Mgtr. Eliana Contreras Jordán Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 242 E-mail: econtrerasj@ulvr.edu.ec	

NIVEL DE DETERIORO Y EVALUACIÓN POR EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) DE LA AVENIDA GENERAL BARONA, BABAHOYO.

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	consurr7h.com Fuente de Internet	1%
3	repositorio.ulvr.edu.ec Fuente de Internet	1%
4	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	1%
6	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo



Escaneado e identificado por:
MARIA ALEJANDRA
BORBOR BAJANA

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados VICTOR ARATH ALBAN FREIRE y CARLOS EMMANUEL MANZANO BAYAS, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, NIVEL DE DETERIORO Y EVALUACIÓN POR EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) DE LA AVENIDA GENERAL BARONA, BABAHOYO, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autores

Firma:



VICTOR ARATH ALBAN FREIRE

C.C. 1250045158



Firma:

CARLOS EMMANUEL MANZANO BAYAS

C.C. 1207608009

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación NIVEL DE DETERIORO Y EVALUACIÓN POR EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) DE LA AVENIDA GENERAL BARONA, BABAHOYO, designada por el Consejo Directivo de la Facultad de INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Trabajo de Titulación, titulado: NIVEL DE DETERIORO Y EVALUACIÓN POR EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) DE LA AVENIDA GENERAL BARONA, BABAHOYO, presentado por los estudiantes VICTOR ARATH ALBAN FREIRE y CARLOS EMMANUEL MANZANO BAYAS como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



MARIA ALEJANDRA BORBOR BAJAÑA

C.C. 0929442523

AGRADECIMIENTO

Comienzo agradeciendo a Dios todopoderoso por permitir que pueda llegar a estas instancias de la carrera, a mi madre Fabiola, mi padre Victor, hermanos Sebastián y Vania por el incondicional apoyo que recibo cada día. Del mismo modo a mis compañeros y amigos más cercanos en la Universidad quienes también he recibido apoyo a lo largo de los semestres cursados, especialmente a quien es mi compañero en la elaboración de este trabajo de titulación Carlos, el cual he tenido el gusto de conocerlo desde hace varios años en la etapa colegial, hoy estamos por ser nuevos profesionales de la República del Ecuador.

A su vez, quiero agradecer por el apoyo a las amistades que tengo desde dicha etapa, y con quienes al día de hoy que escribo esto, sigo teniendo una plena convivencia, Henry, Oscar, Ronald, Danilo, y Bolívar.

Para finalizar, quiero dedicar también un espacio en este agradecimiento, a quienes han sabido estar conmigo a la distancia desde hace ya un tiempo, especialmente a Melanie N, quien desde hace ya algunos meses y cada día ha sido un gran pilar durante este último ciclo de mi carrera. Su apoyo incondicional, paciencia y sabios consejos han sido invaluable para mí. A través de su constante presencia a distancia, ha sabido brindarme ánimo para superar los desafíos que enfrenté en la realización de esta tesis.

Victor Arath Alban Freire

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, me encantaría empezar agradeciendo a Dios padre todopoderoso por brindarme la oportunidad de hoy estar culminando con éxito una etapa más en mi vida. También por concederme una familia maravillosa que constantemente ha estado presto a su disposición hacia mí en todo momento sin importar las circunstancias.

Eternamente estaré agradecido con mi mamá Sandra, papá Carlos Julio y hermana Karla por todo su sacrificio para siempre darme la mejor educación posible. Asimismo, a todas mis amistades más allegadas Mayerlie, Henry, Oscar, y Jorge quienes me han apoyado y ayudado en todo lo que se les ha sido posible. De igual manera, a mi compañero de tesis Victor con quien he tenido el gusto de coincidir desde mi etapa del colegio, y a las grandiosas amistades que he forjado a lo largo de mi ciclo universitario.

Por último, me gustaría cerrar agradeciendo a todos los docentes que impartieron sus conocimientos hacia mí y a mi tutora quien supo guiarme en la elaboración del proyecto de titulación.

Carlos Emmanuel Manzano Bayas

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi familia, la cual ha sido testigo de mi deseo de ser Ingeniero Civil desde que era niño, especialmente a mi padre, el cual logró que me encariñe con esta profesión, además de apoyarme desde siempre para llegar hasta donde estoy, y ahora podré finalmente ser su colega. A mi madre que en todo momento me supo escuchar cuando se presentaban dificultades a lo largo de los semestres. De la misma forma, a mis hermanos quienes sé que están orgullosos de verme culminar esta carrera.

Dedicado también a mi perro Yankee, el cual durante las clases virtuales por pandemia y por conflictos en el país a causa de la delincuencia, siempre me acompañó en las sesiones, por ende, va también para él.

A su vez dedico esta tesis a mi abuelo Hugo, quien me ha guiado desde pequeño, y me ha enseñado lo importante que es el estudio. Y por último, quiero dedicar esta tesis a mi bisabuela, quien partió de este mundo terrenal hace 2 años, y desde que era muy pequeño ella siempre me quiso como a un hijo, sé que estaría muy feliz y orgullosa de ver cumplir lo que siempre le conté que quería ser. Del mismo modo, dedico también esta tesis a mi abuelo ingeniero civil que lastimosamente no tuve el honor de conocer, pero que sé que estaría muy orgulloso también de ver que ejerceré la misma profesión que el en vida tuvo.

Victor Arath Alban Freire

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación está dedicado a todos mis familiares y amistades más cercanas, que supieron apoyarme y aconsejarme a tomar las mejores decisiones desde el primer momento en que decidí estudiar la carrera de Ingeniería Civil. Permanentemente, estas maravillosas personas me brindaron su apoyo incondicional y motivación diaria para nunca desistir en este largo camino hacia la meta. Y es hoy, cuando finalmente tengo la oportunidad de ser recíproco con ellos convirtiéndome en un profesional de la República del Ecuador, llenándolos de un inmenso orgullo y, a su vez, teniendo la oportunidad de contribuir en el desarrollo de la sociedad.

Carlos Emmanuel Manzano Bayas

RESUMEN

La infraestructura de transporte es fundamental para el desarrollo socioeconómico, pero el deterioro de las carreteras plantea desafíos. Este estudio se centra en la evaluación del estado de la Avenida General Barona en Babahoyo, utilizando el método Pavement Condition Index (PCI) para proponer medidas de conservación. En ella, se identificaron diversas problemáticas como baches, grietas y otras formas de deterioro que perjudican a la seguridad de transporte. Por ello, este proyecto de investigación propone medidas de control de fallas, un presupuesto y un cronograma para su implementación, buscando mejorar la calidad y funcionalidad de la vía para sus usuarios, y a su vez, promover el desarrollo urbano del cantón.

Palabras claves: *Infraestructura de transporte, evaluación, presupuesto y desarrollo urbano.*

ABSTRACT

Transport infrastructure is essential for socio-economic development, but the deterioration of roads poses challenges. This study focuses on evaluating the condition of Avenida General Barona in Babahoyo by using the Pavement Condition Index (PCI) method to propose conservation measures. Several issues were identified, such as potholes, cracks and other forms of deterioration that compromise transportation safety. Therefore, this research project proposes measures for fault control, a budget, and a schedule for implementation, in order to improve the quality and functionality of the road for its users, as well as, promote urban development in the canton.

Keywords: *Transport infrastructure, evaluating, budget and urban development.*

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
ENFOQUE DE LA PROPUESTA	2
1.1 Tema:	2
1.2 Planteamiento del Problema	2
1.3 Formulación del Problema:	4
1.4 Objetivo General	4
1.5 Objetivos Específicos	4
1.6 Idea a Defender	4
1.7 Línea de Investigación Institucional / Facultad.	4
CAPÍTULO II	5
MARCO REFERENCIAL	5
2.1 Marco Teórico	5
2.1.1 Generalizaciones básicas	5
2.1.2 Definición de Pavimento	5
2.1.3 Tipos de Pavimentos	6
2.1.3.1 Pavimento flexible	6
2.1.3.2 Pavimento rígido	7
2.1.4 Conformación de capas	8
2.1.4.1 Subrasante	8
2.1.4.2 Subbase	8
2.1.4.3 Base	9
2.1.4.4 Carpeta asfáltica	9
2.1.5 Características funcionales de los pavimentos	9
2.1.6 Ciclo de vida del pavimento	10
2.1.6.1 Tipología de desperfectos	10
2.1.6.1.1 Piel de cocodrilo	11
2.1.6.1.2 Exudación	12
2.1.6.1.3 Fracturamiento en juntas	13
2.1.6.1.4 Abultamientos y/o hundimientos	14
2.1.6.1.5 Corrugación	15
2.1.6.1.6 Depresión	16
2.1.6.1.7 Grieta de Borde.	17
2.1.6.1.8 Patrón de fracturamiento en bloque.	18
2.1.6.1.9 Desnivel Carril / Berma	19
2.1.6.1.10 Fracturas paralelas y perpendiculares.	20
2.1.6.1.11 Parcheo	21
2.1.6.1.12 Pulimiento de agregado	22
2.1.6.1.13 Huecos.	23
2.1.6.1.14 Cruce de vía férrea.	24
	xii

2.1.6.1.15 Ahuellamiento	25
2.1.6.1.16 Desplazamiento.	26
2.1.6.1.17 Grietas parabólicas.	27
2.1.6.1.18 Hinchamiento	28
2.1.6.1.19 Meteorización / Desprendimiento de agregados.	29
2.1.7 Causas del deterioro de los pavimentos	30
2.1.8 Consecuencias del deterioro	30
2.1.9 Evaluación de pavimentos	30
2.1.10 Pavement Condition Index (PCI)	31
2.1.11 Materiales e Instrumentos	32
2.1.12 Procedimiento para evaluación PCI	34
2.2 Marco Legal:	50
CAPÍTULO III	50
MARCO METODOLÓGICO	50
3.1 Enfoque de la investigación	50
3.2 Alcance de la investigación	50
3.3 Técnica e instrumentos para obtener los datos	50
3.4 Población y muestra	51
CAPÍTULO IV	52
PROPUESTA O INFORME	52
4.1 Presentación y análisis de resultados	52
4.1.1 Caracterización de la avenida General Barona	52
4.2 Procedimiento para la evaluación del nivel de deterioro de la avenida General Barona	53
4.2.1 Unidades de muestreo	53
4.2.2 Recolección de información Y cálculo de PCI	54
4.2.3 Valoración de max CDV	66
4.2.4 Estimación de PCI	73
4.3 Medidas recomendadas como opciones de reparación	73
4.4 Conceptualización de especificaciones técnicas para acciones recomendadas	76
4.5 Resultados	87
4.5.1 Estado actual del pavimento en la av. General Barona	88
4.6 Propuesta	89
4.6.1 Análisis de precios unitarios para acciones recomendadas de reparación	89
4.6.2 Presupuesto referencial	100
4.6.3 Cronograma valorado de trabajo	101
CONCLUSIONES	102
RECOMENDACIONES	103
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104
ANEXOS	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Piel de Cocodrilo.....	11
Tabla 2: Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Exudación	12
Tabla 3: Matriz de Severidad y Soluciones para Agrietamiento en bloque.....	13
Tabla 4: Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Abultamiento y/o hundimientos.....	14
Tabla 5: Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Corrugación	15
Tabla 6: Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Depresión	16
Tabla 7: Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Grieta de borde	17
Tabla 8: Matriz de Severidad y Soluciones para Grieta de reflexión junta.....	18
Tabla 9: Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Grieta de Desnivel Carril/Berma.....	19
Tabla 10: Matriz de Severidad y Soluciones para Grietas longitudinales y transversales.....	20
Tabla 11: Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Parcheo	21
Tabla 12: Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Pulimiento de agregados	22
Tabla 13: Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Huecos.....	23
Tabla 14: Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Cruce de vía férrea	24
Tabla 15: Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Ahuellamiento	25
Tabla 16: Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Cruce de Desplazamiento	26
Tabla 17: Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Grietas parabólicas	27
Tabla 18: Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Hinchamiento	28
Tabla 19: Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Meteorización / Desprendimiento de agregados	29
Tabla 20: Rangos de clasificación del PCI	31
Tabla 21: Matriz de consideraciones para determinar el valor del PCI.....	32
Tabla 22: Materiales e Instrumentos para su aplicación.....	32
Tabla 23: Modelo para tabulación de datos en pavimento asfáltico.	33
Tabla 24: Fórmula para determinar las unidades de muestreo	34
Tabla 25: Fórmula para el intervalo de muestreo	35
Tabla 26: Valoración de los Valores Deducidos	36
Tabla 27: Valoración para máximo valor admisible	36
Tabla 28: Valoración para CDV	37
Tabla 29: Modelo para tabulación de max CDV	37
Tabla 30: Recolección de datos del Tramo A-B.	54
Tabla 31: Recolección de datos del Tramo B-C.	55
Tabla 32: Recolección de datos del Tramo C-D.	56
Tabla 33: Recolección de datos del Tramo D-E.	57
Tabla 34: Recolección de datos del Tramo E-F.....	58
Tabla 35: Recolección de datos del Tramo F-G.	59
Tabla 36: Recolección de datos del Tramo G-H.....	60

Tabla 37: Recolección de datos del Tramo H-I.....	61
Tabla 38: Recolección de datos del Tramo I-J.	62
Tabla 39: Recolección de datos del Tramo J-K.	63
Tabla 40: Recolección de datos del Tramo K-L.....	64
Tabla 41: Recolección de datos del Tramo L-M.	65
Tabla 42: Cálculo del CDV del Tramo A-B	67
Tabla 43: Cálculo del CDV del Tramo B-C	67
Tabla 44: Cálculo del CDV del Tramo C-D	68
Tabla 45: Cálculo del CDV del Tramo D-E	68
Tabla 46: Cálculo del CDV del Tramo E-F.....	69
Tabla 47: Cálculo del CDV del Tramo F-G	69
Tabla 48: Cálculo del CDV del Tramo H-I.....	70
Tabla 49: Cálculo del CDV del Tramo I-J	71
Tabla 50: Cálculo del CDV del Tramo J-K.....	71
Tabla 51: Cálculo del CDV del Tramo K-L.....	72
Tabla 52: Cálculo del CDV del Tramo L-M	72
Tabla 53: Especificaciones técnicas del sellado de grietas	76
Tabla 54: Especificaciones técnicas del trazado, replanteo y nivelación.....	77
Tabla 55: Especificaciones técnicas del fresado en río	78
Tabla 56: Especificaciones técnicas del ligante asfáltico	79
Tabla 57: Especificaciones técnicas de recapeo de carpeta asfáltica	80
Tabla 58: Especificaciones técnicas del parcheo asfáltico	81
Tabla 59: Especificaciones técnicas del asfalto mc para imprimación	82
Tabla 60: Especificaciones técnicas para superficie de pavimento de hormigón asfáltico mezclado en planta con un espesor de 5 cm	83
Tabla 61: Especificaciones técnicas para el desalojo de material	84
Tabla 62: Especificaciones técnicas para el control de polvo (agua)	85
Tabla 63: Especificaciones técnicas para cinta limitadora de peligro	86
Tabla 64: Rangos de clasificación del PCI	87
Tabla 65: Resultados finales de la evaluación PCI en la Av. General Barona.....	88
Tabla 66: APUS para trazado, replanteo y nivelación	89
Tabla 67: APUS para demolición y retiro de carpeta asfáltica existente con fresadora	90
Tabla 68: APUS para demolición y retiro de carpeta asfáltica existente con fresadora	91
Tabla 69: APUS para Recapeo de carpeta asfáltica e: 1 1/2'	92
Tabla 70: APUS para Bacheo Asfáltico	93
Tabla 71: APUS de Asfalto mc para imprimación	94
Tabla 72: APUS de Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta de e = 5cm.	95
Tabla 73: APUS de desalojo de material	97
Tabla 74: APUS de Control del polvo (agua).....	98
Tabla 75: Cinta limitadora de peligro (incluye pitutos)	99
Tabla 76: Presupuesto referencial	100

Tabla 77: Cronograma valorado de trabajo	101
---	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sistema general del pavimento flexible	7
Figura 2: Sistema general del pavimento rígido	8
Figura 3: Formación espontánea de grietas	10
Figura 4: Elementos del pavimento	11
Figura 5: Curva primera falla de pavimento asfáltico	38
Figura 6: Curva segunda falla de pavimento asfáltico	38
Figura 7: Curva tercera falla de pavimento asfáltico	39
Figura 8: Curva cuarta falla de pavimento asfáltico	39
Figura 9: Curva quinta falla de pavimento asfáltico	40
Figura 10: Curva sexta falla de pavimento asfáltico	40
Figura 11: Curva séptima falla de pavimento asfáltico	41
Figura 12: Curva octava falla de pavimento asfáltico	41
Figura 13: Curva novena falla de pavimento asfáltico	42
Figura 14: Curva décima falla de pavimentos asfálticos	42
Figura 15: Curva onceava falla de pavimento asfáltico	43
Figura 16: Curva doceava falla de pavimento asfáltico	43
Figura 17: Curva decimotercera falla pavimento asfáltico	44
Figura 18: Curva decimocuarta falla de pavimento asfáltico	44
Figura 19: Curva decimoquinta falla de pavimento asfáltico	45
Figura 20: Curva decimosexta falla de pavimento asfáltico	45
Figura 21: Curva decimoséptima falla pavimento asfáltico	46
Figura 22: Curva decimooctava falla de pavimento asfáltico	46
Figura 23: Curva decimonovena falla de pavimento asfáltico	47
Figura 24: Curva CDV	47
Figura 25: Ubicación de la Av. General Barona	52
Figura 26: Curva CDV	66

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Recopilación de datos en la avenida General Barona	109
ANEXO 2: Medición de huecos presentes en la avenida General Barona	109
ANEXO 3: Fallas presentes en el Tramo A-B	110
ANEXO 4: Fallas presentes en el Tramo B-C	110
ANEXO 5: Fallas presentes en el Tramo C-D	111
ANEXO 6: Fallas presentes en el Tramo D-E	111
ANEXO 7: Fallas presentes en el Tramo E-F	112
ANEXO 8: Fallas presentes en el Tramo F-G	112
ANEXO 9: Fallas presentes en el Tramo H-I	113
ANEXO 10: Fallas presentes en el Tramo I-J	113
ANEXO 11: Fallas presentes en el Tramo J-K	114

ANEXO 12: Fallas presentes en el Tramo K-L	114
ANEXO 13: Fallas presentes en el Tramo L-M	115

INTRODUCCIÓN

La infraestructura vial desempeña una labor crucial para el progreso socioeconómico en una zona, favoreciendo tanto la movilidad de los ciudadanos como la de mercancías, por ello, la evaluación del estado de los tramos viales son fundamentales para asegurar su calidad, eficiencia y durabilidad. En este contexto, el método Pavement Condition Index (PCI) emerge como la herramienta efectiva a fin de medir el deterioro de las vías, proporcionando datos objetivos para la planificación de acciones de mantenimiento y rehabilitación.

La Avenida General Barona en Babahoyo, presenta un notable deterioro en su pavimento, lo que conlleva diversas problemáticas para los usuarios y residentes de la zona. Desde el aumento del tiempo de desplazamiento debido a las congestiones vehiculares hasta riesgos para la seguridad vial y la salud pública por la presencia de polvo en suspensión, son algunos de los desafíos que enfrenta esta importante vía urbana.

Ante esta situación, es necesario la utilización práctica del manual PCI para evaluar la condición del deterioro de la Avenida General Barona y a su vez proponer de acuerdo a sus niveles de deterioro, medidas que permitan la mejora del estado del pavimento. Este estudio busca identificar las fallas viales, elaborar un plan de mantenimiento preventivo-correctivo, y proponer medidas de control de fallas con especificaciones técnicas detalladas, con el propósito de aportar al mejoramiento de la red vial de Babahoyo, garantizando seguridad y comodidad a quienes transitan por la Avenida General Barona y promoviendo el desarrollo sostenible del cantón.

CAPÍTULO I

ENFOQUE DE LA PROPUESTA

1.1 Tema:

NIVEL DE DETERIORO Y EVALUACIÓN POR EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) DE LA AVENIDA GENERAL BARONA, BABAHOYO.

1.2 Planteamiento del Problema

Como es de conocimiento de todos, el ser humano ha puesto en práctica la implementación de caminos y rutas con el fin de ser capaz de movilizarse de un punto a otro, y a su vez, lograr que el transporte e intercambio de productos o mercancías pueda ser facilitado. Esto da lugar, a la constante mejora en el entorno de la movilización, el cual ha sido un objetivo primordial para el desarrollo y evolución del desarrollo de redes de conectividad para los medios de transporte, siendo el terrestre el más utilizado en el Ecuador y a nivel mundial. Por ello, es fundamental contar con vías que cumplan con los estándares de calidad, ya que, no solo garantiza la seguridad de los transportistas y peatones, sino que también contribuye a optimizar los tiempos de desplazamiento y fomenta un flujo eficiente de bienes y personas.

Debido al cambio repentino en las condiciones climáticas y el aumento del nivel de tráfico en las carreteras entre los últimos 10 años en la avenida General Barona de la ciudad de Babahoyo, es de vital importancia tener presente su debida conservación con el fin de preservar su calidad y funcionalidad. Sin embargo, en muchos casos, la falta de recursos, planificación y la priorización de otros aspectos en la gestión de infraestructuras viales han llevado a un deterioro progresivo de las mismas. Este problema, da lugar a la aparición de baches, grietas, desprendimientos y otras formas de deterioro que afectan a la seguridad vial, generando así incomodidades en los usuarios que transitan por estos caminos.

En relación a lo expuesto, en la Av. General Barona localizada en el cantón Babahoyo se ha observado un deterioro notable y significativo en el estado del pavimento de la misma, lo cual ha originado una serie de dificultades para los ciudadanos y operadores de transporte público quienes son los que radican con mayor frecuencia por este lugar. De igual manera, considerando que la avenida General Barona corresponde a una vía de tercer orden y es parte del recorrido de los buses urbanos, esta situación ha derivado en la generación de congestiones

vehiculares, lo que provoca un retraso en los desplazamientos y un mayor tiempo de viaje.

A su vez, los deterioros presentes en esta avenida han provocado un impacto negativo en los medios de transporte ocasionado, como por ejemplo la reducción de la capacidad de adherencia para los neumáticos debido a una superficie irregular en el pavimento, lo cual puede aumentar la distancia de frenado, a la par del riesgo de deslizamiento, en especial cuando se presentan precipitaciones. Al mismo tiempo, los baches y las irregularidades del pavimento pueden ocasionar que aumenten las probabilidades de algún siniestro de tránsito. A esto se le agrega la fatiga que puede provocar en el conductor una ruta en mal estado que presente niveles de deterioro y/o desgaste.

Los residentes que viven a lo largo de esta avenida, se enfrentan a un problema recurrente, el cual es el polvo que se suspende por el aire a causa del tránsito periódico de vehículos. El polvo en suspensión, afecta notablemente a la calidad del aire de este lugar, lo que representa un gran peligro, afectando así a las personas que padecen enfermedades crónicas respiratorias, incluyendo alérgicos y asmáticos.

En adición, a diario los ciudadanos afectados por esta problemática reportan que los niveles de delincuencia han aumentado en la noche en este sector, ya que, ante el mal estado de la vía, los conductores se ven obligados a bajar considerablemente la velocidad de sus automotores en ciertos tramos por la presencia de grandes baches y desgastes, por lo que los antisociales suelen interceptar a los transeúntes y arrebatárles sus pertenencias. De la misma manera, es importante mencionar que esta última problemática es algo que sucede en más carreteras alrededor del país, por ende, se resalta la importancia de tener vías en buen estado para los usuarios.

Es en este contexto, que es de gran importancia las constantes evaluaciones del estado del pavimento. Dichas evaluaciones, como el PCI, permiten obtener datos precisos sobre la condición de una vía y detectar deficiencias que puedan existir. La importancia de estas evaluaciones radica en su capacidad para proporcionar datos objetivos y cuantitativos sobre el estado del pavimento. Esta información permitirá a las autoridades pertinentes tomar decisiones para planificar y priorizar acciones de mantenimiento y rehabilitación.

1.3 Formulación del Problema:

¿Cómo aportará la utilización práctica del método PCI para la evaluación del deterioro en la av. General Barona en Babahoyo?

1.4 Objetivo General

- Evaluar el deterioro vial en la avenida General Barona en el cantón Babahoyo, aplicando el método PCI para su conservación.

1.5 Objetivos Específicos

- Definir las distintas tipologías de fallas presentes en la vía objeto de estudio a través de inspecciones visuales, a fin de clasificarlas según su severidad con base en el manual PCI.
- Realizar una guía de medidas recomendadas proyectadas a un futuro control de fallas, por medio de las opciones de reparación y sus especificaciones técnicas.
- Elaborar un presupuesto referencial y un cronograma valorado de trabajo mediante los rubros requeridos en la guía de medidas recomendadas, para el mantenimiento preventivo-correctivo de la vía.

1.6 Idea a Defender

Idea a defender: La utilización práctica del método Pavement Condition Index (PCI) en la avenida General Barona permitirá la identificación de las deficiencias y a su vez el nivel de deterioro del pavimento, proporcionando información clave para que puedan ser implementadas las respectivas medidas de reparación a fin de mejorar la fiabilidad vial.

1.7 Línea de Investigación Institucional / Facultad.

***Línea institucional:** El presente trabajo de titulación corresponde a la línea de investigación institucional de la facultad de ingeniería, industria y construcción es territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.*

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Generalizaciones básicas

Juntas

Basado en LanammeUCR (2021), las juntas en carreteras son las encargadas de dividir en segmentos las losas de pavimento, para disminuir los posibles agrietamientos y deterioros.

Vías de Tránsito.

Delgado & Marcillo (2021) indican, que las vías de tránsito están relacionadas con los tramos viales o rutas que los transportistas y ciudadanos hacen uso para desplazarse de algún lugar a otro.

Calle.

Según Delgado & Marcillo (2021), las calles son las que dan lugar al tránsito y flujo vehicular de los diferentes medios de transportes terrestres logrando así una mejor conectividad global.

Calzada.

En base a Delgado & Marcillo (2021), podemos comprender a las calzadas como los carriles definidos en una vía que pueden estar divididos en ambos sentidos o en el mismo sentido, dependiendo de la disponibilidad de tamaño de la calle.

2.1.2 Definición de Pavimento

Conforme a Almeida Giler, (2022) la definición de pavimento consiste en la construcción de una estructura formada por bases sobrepuestas diagonalmente, proyectadas con materiales idóneos y una compactación adecuada, que deben resistir los esfuerzos a los que se encuentran sometidos. Además, se deben tener en cuenta otras consideraciones, como la apropiada utilidad de los materiales y la resistencia a los agentes de intemperismo.

2.1.3 Tipos de Pavimentos

Están divididos por su rigidez o flexibilidad, ya que cada uno tiene una estructura diferente con la cual podrán aguantar las cargas del tránsito. Su

desemejanza se relaciona de forma leve en el entorno del almacón, por la posibilidad de identificar el momento en que se muestre una mayor rigidez entre sus características. Sin embargo, pueden ser establecidas algunas diferencias entre los pavimentos, debido a que no todos se encuentran hechos de los mismos materiales. Tacza & Rodríguez, (2018)

2.1.3.1 Pavimento flexible

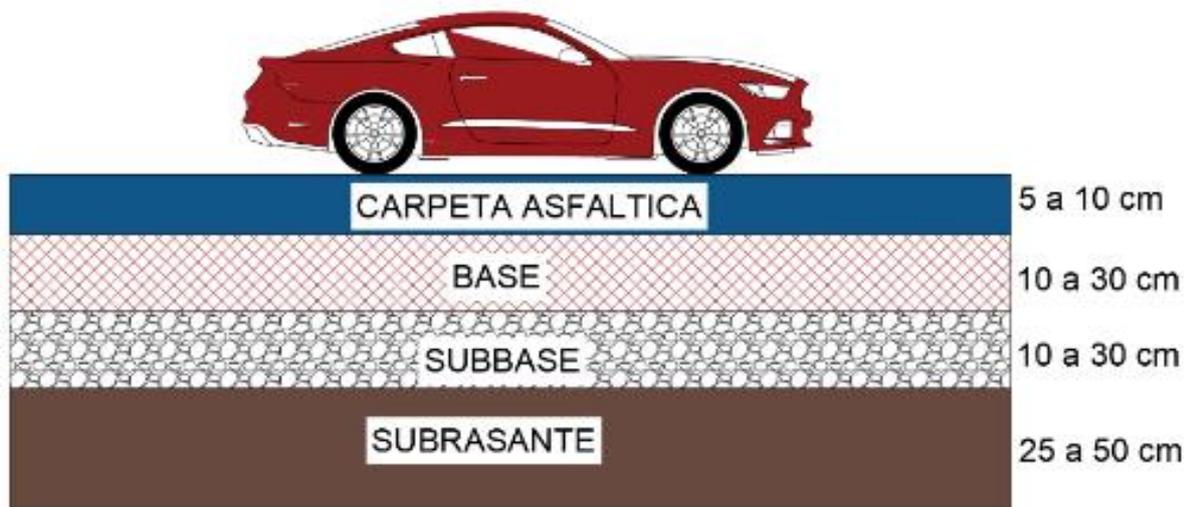
Se compone de diversas capas que conforman su estructura, y su superficie está determinada por la capa superior, que puede ser la carpeta asfáltica o de rodadura. Además, posee una subrasante, base y sub base, cada una con funciones específicas según su operatividad. No obstante, mantenerlo en buen estado a lo largo del tiempo implica costos económicos elevados. Tacza & Rodríguez, (2018)

Existen algunos objetivos que tienen las capas de pavimento flexible, en los que se destacan:

- Proporcionar una adecuada resistencia para distribuir de manera eficiente las cargas vehiculares.
- Garantizar la impenetrabilidad.
- Soportar diversas condiciones climáticas sin deteriorarse prematuramente.
- Resistir las fuerzas destructivas que ejercen los automotores sobre las diferentes bases.

Figura 1

Sistema general del pavimento flexible



Fuente: Gonzales Herrera, & Tarrillo Quispe, (2020)

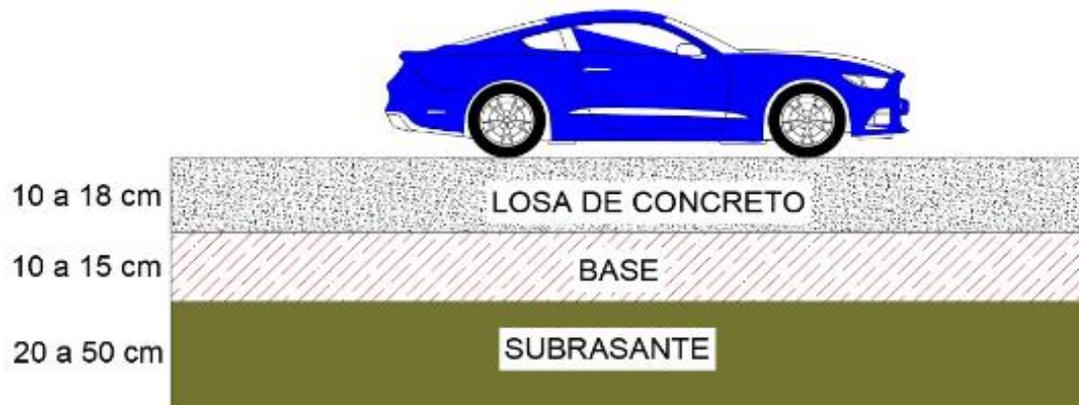
El pavimento flexible se destaca por ser más económico durante la fase de construcción inicial y posee una durabilidad que oscila entre 10 y 15 años. Sin embargo, su principal desventaja radica en la necesidad de un mantenimiento continuo o programado del elemento.

2.1.3.2 Pavimento rígido

Tal como expresa Conza Ccopa (2016), citado por Tacza Herrera & Rodríguez Paez, (2018) su capa de rodadura está compuesta por concreto de cemento Portland. A diferencia del pavimento asfáltico, posee un costo mayor, pero con la ventaja de requerir un menor mantenimiento, además de que las fuerzas a las que están sometidas son distribuidas idóneamente. Gracias a ello, generalmente se requiere un número menor de capas granulares en su estructura.

Figura 2

Sistema general del pavimento rígido



Fuente: Gonzales Herrera, & Tarrillo Quispe, (2020)

2.1.4 Conformación de capas

Como ya es sabido, tanto el pavimento flexible como el rígido tienen sus respectivas estructuras y/o conformación de capas. Cubero, (s.f.). No obstante, la av. Gral. Barona es una estructura de pavimento flexible, por lo cual se detalla la conformación de capas de ese tipo de pavimento en específico.

2.1.4.1 Subrasante

Este tipo de suelo, ubicado en la zona menos profunda de las capas del pavimento flexible, puede ser de origen natural o sometido a mejoras para aumentar su calidad, según el espesor requerido para el pavimento. Su función principal consiste en poder soportar las cargas más pesadas que se aplican sobre el pavimento, especialmente las cargas superiores. Almeida Giler, (2022)

2.1.4.2 Subbase

Almeida Giler, (2022) expresa que la subbase debe ser conformada tomando en cuenta principalmente el motivo económico, debido a que busca obtener en el pavimento un mayor espesor por medio del uso de material barato el cual posee calidad deficiente. Lo cual implica reemplazar parte del espesor de la capa. De este modo, se trata de lograr una base más fina, reduciendo costos sin comprometer la integridad general del pavimento.

Una característica esencial entre estas capas, es la diferencia que existe entre el material de base, el cual es más grueso, y el material de subbase es más fino.

Dicha característica tiene el funcionamiento de un filtro, de modo en que se pueda evitar que el material de base se llegue a mezclar con la subrasante.

De igual manera, Tacza Herrera & Rodríguez Paez, (2018) mencionan también que la subbase cumple una serie de funciones importantes, incluida la eliminación del agua que se infiltra en la superficie como resultado de los cambios volumétricos causados por la humedad. En adicción, previene la ascensión capilar del agua hacia la base.

2.1.4.3 Base

Como objetivo primordial brinda una estructura sólida capaz de soportar cargas y redirigirlas a las demás capas de manera adecuada. Además, esta capa debe cumplir dos funciones adicionales: facilitar el desagüe y prevenir su capilaridad. Asimismo, los elementos que la componen deben ser aprobados mediante ensayos, tal como se establece en las normas NEC-15. Tacza Herrera & Rodríguez Paez, (2018) citado por Almeida Giler, (2022)

2.1.4.4 Carpeta asfáltica

La carpeta asfáltica, conforme a Tacza Herrera & Rodríguez Paez, (2018) citado por Almeida Giler, (2022) está diseñada para proteger su estructura de la entrada de aguas lluvias o algún otro elemento. Además, esta capa también contribuye al absorber los esfuerzos, especialmente si su espesor es considerable, lo que aumenta la capacidad de soporte del pavimento.

2.1.5 Características funcionales de los pavimentos

Cuando las distintas capas que forman parte de los pavimentos, muestran algunas características funcionales en el momento que ejercen como un paquete estructural (carpeta asfáltica, base y la subbase), las cuales como señala Torres, (2007) citado en Tacza Herrera & Rodríguez Paez, (2018) se distinguen entre:

- ❖ **Regularidad superficial.** Las deformaciones, tanto longitudinales como transversales, se refieren a los desplazamientos verticales medidos en relación a la superficie proyectada. Estos desplazamientos pueden causar incomodidad a los usuarios, asimismo como problemas para el control del tráfico (Asociación Mexicana de Ingeniería de Vías Terrestres, 2012).

- ❖ **Resistir la abrasión.** Cuenta con una consistencia adecuada para proporcionar un coeficiente de rozamiento apropiado, permitiendo un flujo eficiente de tráfico.
- ❖ **Drenaje superficial.** El conjunto compuesto de la superficie, la textura y la pendiente transversal debe evitar que se acumule agua, con el fin de prevenir un hidroplaneo.
- ❖ **Reducción de ruido.** Una estructura correctamente ejecutada, debe ser capaz de disminuir el estruendo generado tanto dentro como fuera de los vehículos.

2.1.6 Ciclo de vida del pavimento

Es posible determinar cinco fases de acuerdo con García Véliz, (2022) citado en Harvey, (2010), las cuales conforman el período desde su diseño hasta su eventual deterioro, donde se presenta la necesidad de realizar trabajos de restauración.

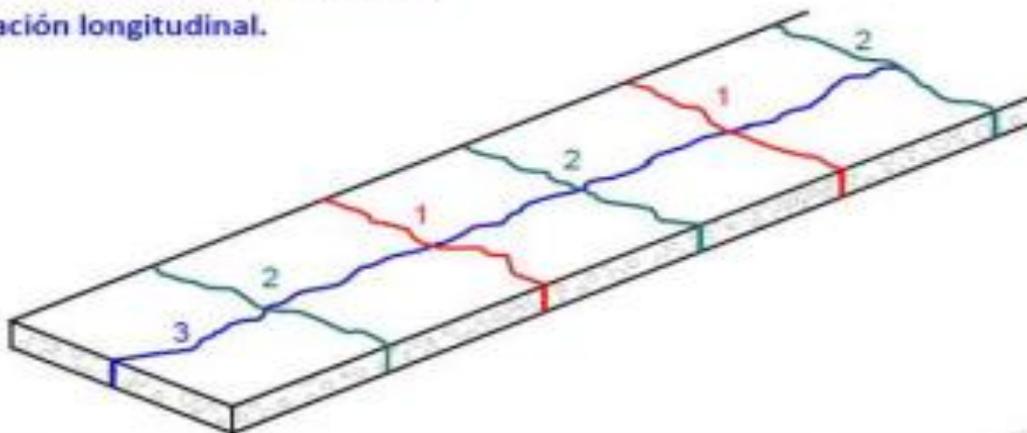
2.1.6.1 Tipología de desperfectos

Desarrollo natural de fisuras

Figura 3:

Formación espontánea de grietas

1. Fisuración inicial (transversal)
2. Fisuración intermedia (transversal).
3. Fisuración longitudinal.

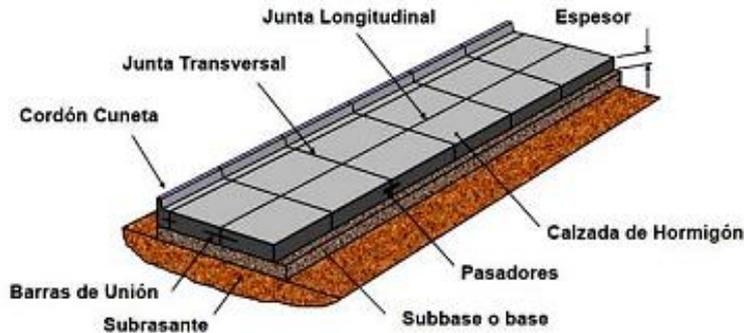


Fuente: Pavimentos 15, (s.f.)

Componentes principales del sistema

Figura 4:

Elementos del pavimento



Fuente: Pavimentos 15, (s.f.)

2.1.6.1.1 Piel de cocodrilo

Desde la perspectiva de Vásquez, L. (2002), las formas de agrietamiento geométrico en secciones de la capa asfáltica de las calles, coloquialmente conocidas como piel de cocodrilo, son producidas por el desgaste continuo producto del constante tránsito de vehículos y automotores pesados que generan estas deformaciones, no obstante, también se verán influenciado los materiales de construcción con los que hayan sido ejecutadas las vías.

Tabla 1: Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Piel de Cocodrilo

Piel de cocodrilo - Niveles de severidad		
Low	Medium	High
<p>Medida: m2, su dificultad está ligada a distintos niveles de severidad que pueden existir en un mismo tramo.</p> <ul style="list-style-type: none"> Se presentan como fisuras delgadas capilares de manera vertical con poca conexión entre ellas. No se presenta desprendimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> Se genera un patrón o red de grietas en forma de piel de cocodrilo. Se presenta un ligero desprendimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> Se evidencia un patrón o red grietas claramente desprendidos.

O.R		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> • Se aplica sellador superficial. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se realiza un parcheo parcial o completo. • Se aplica una sobrecarpeta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se realiza un parcheo parcial o completo. • Se lleva a cabo una reconstrucción.

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

2.1.6.1.2 Exudación

Teniendo en cuenta a Vásquez, L. (2002), la exudación es una falla que ocurre en la capa del pavimento flexible, dando lugar a manchas negras brillantes, cristalinas, pegajosas y reflectantes. Generadas principalmente por un aumento considerable en elementos de su composición.

Tabla 2

Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Exudación

Exudación - Niveles de severidad		
Medida: m2, no se debe contar el pulimento de agregados.		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> • Se presenta en un grado muy leve. • El asfalto no se adhiere. 	<ul style="list-style-type: none"> • Una pequeña cantidad se adhiere. 	<ul style="list-style-type: none"> • Una gran cantidad se adhiere.
O.R		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> • No se realiza ninguna acción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se coloca agregados. • Se realiza un rodado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se coloca agregados. • Se realiza un rodado precalentado.

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

2.1.6.1.3 Fracturamiento en juntas

Citando a Vásquez, L. (2002), son un tipo de deformación que se presentan en bloques usualmente irregulares que van desde los 0.30 metros hasta 3.0 metros de longitud. El agrietamiento en bloque es generado debido a incongruencias en los procesos de dosificación de mezcla asfáltica, que a su vez suelen estar expuestos a factores climáticos y ambientales.

Tabla 3

Matriz de Severidad y Soluciones para Agrietamiento en bloque

Agrietamiento en bloque- Niveles de severidad		
Medida: m2, de presentarse dos o tres niveles de severidad diferentes, se deben medir y registrar por separado.		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> Se presentan grietas longitudinales y transversales definidas. 	<ul style="list-style-type: none"> Se presentan bloque de grietas de severidad media. 	<ul style="list-style-type: none"> Se presentan bloque de fisuras de severidad alta.
O.R		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> Sellado de grietas. 	<ul style="list-style-type: none"> Sellado de grietas. Se aplica una sobrecarpeta. 	<ul style="list-style-type: none"> Sellado de grietas. Se aplica una sobrecarpeta.

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

2.1.6.1.4 Abultamientos y/o hundimientos

Vásquez, L. (2002) considera que los abultamientos son las lomas que se presentan como elevaciones a lo largo de las calzadas de una carretera, contrariamente a los hundimientos, también llamados baches, los cuales son los espacios vacíos y huecos de las calles. Estos fenómenos son causados por las infiltraciones, ocasionado por el estancamiento y mala construcción de las mismas.

Tabla 4

Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Abultamiento y/o hundimientos

Abultamientos y/o hundimientos - Niveles de severidad		
Medida: ml, desniveles en la superficie del pavimento.		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> • Genera un tránsito no severo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Genera un tránsito medianamente severo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Genera un tránsito altamente severo.
O.R		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> • No se realiza ninguna acción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se realiza un fresado en frío. • Se realiza un parcheo parcial. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se realiza un fresado en frío. • Se aplica una sobrecarpeta.

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

2.1.6.1.5 Corrugación

Vásquez, L. (2002) se refiere a diversas irregularidades en una carretera, con una distancia generalmente de 0.6 a 0.9 m. Las principales causas de las corrugaciones son las fuerzas vehiculares sobre la capa de asfalto, la presencia de capilaridad en la carretera, altas temperaturas y defectos en la construcción.

Tabla 5

Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Corrugación

Corrugación - Niveles de severidad		
Medida: m2.		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> • Posee un impacto leve en la calidad de tráfico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Posee un impacto moderado en la calidad de tráfico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Posee un alto impacto en la calidad de tráfico.
O.R		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> • No se realiza ninguna acción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se realiza una reconstrucción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se realiza una reconstrucción.

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

2.1.6.1.6 Depresión

Como señala Vásquez, L. (2002), son las áreas con menor grado de altura en la vía, las cuales son producidas por asentamientos de las calzadas y pueden causar empozamiento de agua u otro elemento que perjudique al pavimento a largo plazo.

Tabla 6

Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Depresión

Depresión - Niveles de severidad		
Low	Medium	High
Medida: m2.		
• Posee una profundidad máxima de 13 a 25 mm.	• Posee una profundidad máxima de 25 a 51 mm.	• Posee una profundidad máxima mayor a 51 mm.
O.R		
Low	Medium	High
• No se realiza ninguna acción.	• Se realiza un parcheo superficial, parcial o profundo.	• Se realiza un parcheo superficial, parcial o profundo.

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

2.1.6.1.7 Grieta de Borde.

Basado en Vásquez, L. (2002), suelen ubicarse por una separación de entre 0.30m a 0.60m. Estas se ven afectadas directamente por las fuerzas que ejercen los automotores sobre el pavimento, a su vez, las condiciones climáticas u otros factores intervienen de igual manera.

Tabla 7

Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Grieta de borde

Grieta de borde - Niveles de severidad		
Medida: ml.		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> Presenta un agrietamiento bajo sin un desprendimiento considerable. 	<ul style="list-style-type: none"> Presenta un agrietamiento medio con cierto desprendimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> Presenta un agrietamiento alto con un desprendimiento considerable.
O.R		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> No se realiza ninguna acción. 	<ul style="list-style-type: none"> Se realiza un parcheo parcial profundo. 	<ul style="list-style-type: none"> Se realiza un parcheo parcial profundo.

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

2.1.6.1.8 Patrón de fracturamiento en bloque.

Con base en Vásquez, L. (2002), se presenta exclusivamente en pavimentos que tienen una capa de asfalto de cemento Pórtland. La principal causa de estas grietas es el desplazamiento de la base, el cual es perjudicado por presencia de humedecimiento debajo.

Tabla 8

Matriz de Severidad y Soluciones para Grieta de reflexión junta

Grieta de reflexión de junta - Niveles de severidad		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de grietas sin relleno de ancho menor a 10 mm. 	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de grietas sin relleno de ancho entre 10 mm a 76 mm. 	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de grietas sin relleno de cualquier ancho, con agrietamiento aleatorio.
O.R		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> • Se realiza un sellado de grietas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se realiza un sellado de grietas • Se realiza un parcheo parcial profundo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se realiza un parcheo parcial profundo. • Se reconstruye la junta.

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

2.1.6.1.9 Desnivel Carril / Berma

Según Vásquez, L. (2002), hace referencia a la disparidad entre alturas del bordillo y la berma. Esta falla ocurre debido al desgaste del arcén, su hundimiento o la presencia de capas adicionales de asfalto en la calzada sin que se vea nivelado de forma adecuada.

Tabla 9

Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Grieta de Desnivel Carril/ Berma

Grieta de Desnivel Carril/ Berma - Niveles de severidad		
Medida: ml.		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> Diferencia de elevación entre el borde del pavimento y la berma entre 25 mm a 51 mm. 	<ul style="list-style-type: none"> Diferencia de elevación entre el borde del pavimento y la berma entre 51 mm a 102 mm. 	<ul style="list-style-type: none"> Diferencia de elevación entre el borde del pavimento y la berma mayor a 102 mm.
O.R		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> Ajuste del nivel de las bermas para que se alineen con el nivel del carril. 	<ul style="list-style-type: none"> Ajuste del nivel de las bermas para que se alineen con el nivel del carril. 	<ul style="list-style-type: none"> Ajuste del nivel de las bermas para que se alineen con el nivel del carril.

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

2.1.6.1.10 Fracturas paralelas y perpendiculares.

Basado en lo que expresa Vásquez, L. (2002), se puede destacar que las grietas longitudinales se encuentran alineadas paralelamente al nivel del pavimento. Y son ocasionadas principalmente por la construcción deficiente de una unión de sendero del pavimento.

Tabla 10

Matriz de Severidad y Soluciones para Grietas longitudinales y transversales

Grieta longitudinales y transversales - Niveles de severidad		
Medida: ml, de presentarse distintas grietas con niveles de severidad diferentes, se deben medir y registrar por separado.		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de grietas sin relleno de ancho menor a 10 mm. 	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de grietas sin relleno de ancho entre 10 mm a 76 mm. 	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de grietas sin relleno de ancho mayor a 76 mm, con agrietamiento aleatorio.
O.R		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> • No se requiere ninguna acción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se realiza un sellado de grietas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se realiza un sellado de grietas. • Se realiza un parcheo parcial.

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

2.1.6.1.11 Parcheo

También llamado bacheo, teniendo en cuenta a Vásquez, L. (2002), es la acción de mantenimiento la cual busca precautelar el estado del pavimento, para lograr esto se utilizan diferentes herramientas y maquinarias bajo un proceso de planificación y ejecución de obra.

Tabla 11

Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Parcheo

Parcheo - Niveles de severidad		
Medida: m2, de presentarse distintos parches con niveles de severidad diferentes, se deben medir y registrar por separado.		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> Condición del parche en buen estado. 	<ul style="list-style-type: none"> Condición del parche moderadamente deteriorado. 	<ul style="list-style-type: none"> Condición del parche considerablemente deteriorado.
O.R		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> No se requiere ninguna acción. 	<ul style="list-style-type: none"> Se requiere una sustitución del parche. 	<ul style="list-style-type: none"> Se requiere una sustitución del parche.

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

2.1.6.1.12 Pulimento de agregado

De acuerdo con Vásquez, L. (2002), se observa la presencia de agregados y aditivos que han sido pulidos en exceso, lo cual provoca disminución de pegajosidad en las ruedas de automotores, dificultando su capacidad de maniobra.

Tabla 12

Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Pulimiento de agregados

Pulimento de agregados - Niveles de severidad		
Medida: m2, en el caso de contabilizar la falla número 2, no se considera este tipo al realizar la medición.		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> No se establece un nivel específico de severidad. Se debe considerar que el grado de pulimento debe ser significativo antes de incluirlo en la evaluación. 	<ul style="list-style-type: none"> No se establece un nivel específico de severidad. Se debe considerar que el grado de pulimento debe ser significativo antes de incluirlo en la evaluación. 	<ul style="list-style-type: none"> No se establece un nivel específico de severidad. Se debe considerar que el grado de pulimento debe ser significativo antes de incluirlo en la evaluación.
O.R		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> No se requiere ninguna acción. 	<ul style="list-style-type: none"> Se puede considerar un tratamiento superficial. 	<ul style="list-style-type: none"> Se puede considerar la aplicación de una sobrecarpeta o el fresado.

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

2.1.6.1.13 Huecos.

Según Vásquez, L. (2002), los huecos son los espacios vacíos presentes en la carretera con forma cóncava, un ancho menor a 1m. Comúnmente, estas deformaciones son ocasionadas por la mala dosificación del pavimento y del constante flujo vehicular. Además, el agua estancada genera un deterioro progresivo en el mismo.

Tabla 13

Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Huecos

Huecos - Niveles de severidad		
Medida: m ² , si el diámetro del hueco es mayor a 762 mm, se debe medir el área y dividirla entre 0.47 m ² para obtener el número de huecos equivalentes.		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> • Se presencia huecos con poca profundidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se presencia huecos con una profundidad menor o igual a 25 mm. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se presencia huecos con una profundidad mayor a 25 mm.
O.R		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> • No se requiere ninguna acción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se realiza un parcheo parcial. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se realiza un parcheo profundo.

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

2.1.6.1.14 Cruce de vía férrea.

Conforme a Vásquez, L. (2002), los problemas relacionados con el cruce de paso a nivel son irregularidades ubicados en los carriles.

Tabla 14

Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Cruce de vía férrea

Cruce de vía férrea - Niveles de severidad		
Medida: m2, cualquier protuberancia significativa causada por los rieles debe ser registrada como parte del cruce.		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none">El cruce de paso a nivel genera un tránsito no grave.	<ul style="list-style-type: none">El cruce de paso a nivel genera un tránsito medianamente grave.	<ul style="list-style-type: none">El cruce de paso a nivel genera una calidad de tránsito de alta gravedad.
O.R		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none">No se requiere ninguna acción.	<ul style="list-style-type: none">Se realiza un parcheo superficial.	<ul style="list-style-type: none">Se realiza un parcheo parcial.Se lleva a cabo la reconstrucción del cruce.

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

2.1.6.1.15 Ahuellamiento

De acuerdo con Vásquez, L. (2002), el ahuellamiento hace referencia a la disminución del volumen del terreno que se puede observar en la base de la infraestructura, por lo general, en temporada de precipitaciones. Principalmente, se generan por la circulación constante de vehículos pesados y la compactación de los elementos que componen la carretera.

Tabla 15

Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Ahuellamiento

Ahuellamiento - Niveles de severidad		
Medida: m2, depresiones concentradas en un solo punto.		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> • Posee una profundidad de entre 6 mm a 13 mm. 	<ul style="list-style-type: none"> • Posee una profundidad de entre 13 mm a 25 mm. 	<ul style="list-style-type: none"> • Posee una profundidad mayor a 25 mm.
O.R		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> • No se requiere ninguna acción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se realiza un parcheo superficial. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se realiza un parcheo parcial. • Se aplica una sobrecarpeta..

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

2.1.6.1.16 Desplazamiento.

En consonancia con Vásquez, L. (2002), es un movimiento permanente con forma longitudinal en una sección específica del pavimento. Es por eso, que cuando el tránsito ejerce presión sobre la capa de rodadura, se produce una onda que a su vez genera una rápida deformación en la misma. Este daño se presenta generalmente en pavimentos que contienen una inestable mezcla de asfalto líquido.

Del mismo modo, esta falla ocurre cuando los pavimentos flexibles son colocados sobre pavimentos rígidos, esto a causa de que el cemento Pórtland presenta un aumento de su longitud.

Tabla 16

Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Cruce de Desplazamiento

Desplazamiento - Niveles de severidad		
Medida: m2, se consideran dentro del parcheo.		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> • Genera un tránsito no severo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Genera un tránsito medianamente severo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Genera un tránsito altamente severo.
O.R		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> • No se requiere ninguna acción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se realiza un fresado y parcheo parcial. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se realiza un fresado y parcheo profundo.

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

2.1.6.1.17 Grietas parabólicas.

Vásquez, L. (2002) considera que, son deformaciones con una silueta en forma de letra “C”, las cuales son ocasionadas por los movimientos bruscos de los neumáticos de los vehículos al momento de cambiar el curso de su ruta. No obstante, la composición en los materiales de elaboración de las capas asfálticas influye directamente.

Tabla 17

Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Grietas parabólicas

Grietas parabólicas - Niveles de severidad		
Medida: m2.		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none">• Posee un ancho promedio de grieta menor a 10 mm.	<ul style="list-style-type: none">• Posee un ancho promedio de grieta entre 10 mm a 38 mm.	<ul style="list-style-type: none">• Posee un ancho promedio de grieta mayor a 38 mm.
O.R		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none">• No se requiere ninguna acción.	<ul style="list-style-type: none">• Se realiza un parcheo parcial.	<ul style="list-style-type: none">• Se realiza un parcheo profundo.

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

2.1.6.1.18 Hinchamiento

Basándose en lo que menciona Vásquez, L. (2002), este tipo de deterioro se puede reconocer con facilidad por la elevación en un punto de la capa asfáltica, debido a su expansión también se encontrarán diferentes tipos de grietas. Este tipo de fallas se presentan mayormente cuando se construye sobre terrenos expansivos.

Tabla 18

Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Hinchamiento

Hinchamiento - Niveles de severidad		
Medida: m2, se considera dentro del parcheo.		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> • Genera un tránsito no severo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Genera un tránsito medianamente severo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Genera un tránsito altamente severo.
O.R		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> • No se requiere ninguna acción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se realiza una reconstrucción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se realiza una reconstrucción.

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

2.1.6.1.19 Meteorización / Desprendimiento de agregados.

Como lo señala Vásquez, L. (2002), son procesos en los cuales se desgasta la primera base en la estructura por su degradación. Además, puede indicar que su composición ha experimentado un endurecimiento significativo, y que existe un déficit de calidad en la mezcla presente.

Tabla 19

Matriz de Severidad y Soluciones para Falla de Meteorización / Desprendimiento de agregados

Meteorización / Desprendimiento de agregados - Niveles de severidad		
Medida: m2.		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> • Se desprenden los agregados o el ligante. • En caso de derramamiento de aceite, no puede ser penetrado con una moneda. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se desprenden los agregados o el ligante. • En caso de derramamiento de aceite, puede ser penetrado con una moneda. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se desprenden los agregados o el ligante considerablemente.
Opciones de reparación		
Low	Medium	High
<ul style="list-style-type: none"> • No se requiere ninguna acción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se realiza un sello superficial. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se realiza un sello superficial. • Se aplica una sobrecarpeta.

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

2.1.7 Causas del deterioro de los pavimentos

En relación al progreso en la industria de la construcción, se ha logrado identificar cuáles son las causas principales las cuales causan el desgaste de las vías asfálticas, así como lo presenta Martínez, (2015) citado en García Véliz, (2022) quien nos afirma las siguientes causas de deterioro de un pavimento.

- ❖ Problemas en la planificación.
- ❖ Problemas durante el proceso de construcción.
- ❖ Aumento inesperado del tráfico vehicular.
- ❖ Factores ambientales adversos o condiciones climáticas perjudiciales.
- ❖ Superación del tiempo de vida útil esperado de la infraestructura.

2.1.8 Consecuencias del deterioro

Se pueden presentar una serie de deterioros en los pavimentos flexibles, los cuales tienen directas consecuencias en los vehículos que circulan por la vía con dichos deterioros, sumando que también se pueden presentar indirectamente por los usuarios. Dichas consecuencias son las siguientes teniendo en cuenta a Valeriano, (2000) citado por Almeida Giler, (2022)

- ❖ Las superficies dañadas tienen un efecto psicológico en los conductores, ya que deben reaccionar para evitar los problemas existentes en la carretera.
- ❖ Cuando hay la presencia de una falla, los usuarios no se sienten cómodos debido a que los vehículos se tienen a dar sobresaltos desagradables.

2.1.9 Evaluación de pavimentos

Como es sabido, existen varios tipos y métodos para realizar evaluación de pavimentos en sus tipos. En algunos casos los cuales no son pocos, es posible realizar entre sí las comparaciones entre los resultados de varios ensayos, las cuales tienen como objetivo la confirmación de los motivos o razones por las cuales se pueden generar fallas, y así lograr un mejor entendimiento sobre el comportamiento del pavimento en cuestión.

2.1.10 Pavement Condition Index (PCI)

Según lo señalado por Vásquez, L. (2002), se considera que esta metodología es idónea para evaluar y clasificar el pavimento, tanto flexible como rígido. Este sistema es práctico de implementar y no demanda el uso de instrumentos sofisticados.

A fin de entrelazar la severidad, densidad y cantidad de daño de una falla, este método incorpora el valor deducido como coeficiente para ponderar de entre 0 (fallado) a 100 (excelente) el estado de un pavimento. Vásquez, L. (2002)

Consideraciones del método

Tabla 20

Rangos de clasificación del PCI

Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

Tabla 21

Matriz de consideraciones para determinar el valor del PCI

Consideraciones para determinar el valor del PCI
Valores Deducidos (VR)
Mayor Valor Deducido Individual (HDV)
Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m)
Valor Deducido Corregido (VRD)

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

2.1.11 Materiales e Instrumentos

Al ser un proceso el cual no requiere de equipos especializados, se utilizan las siguientes herramientas de acuerdo con García (2022):

Tabla 22

Materiales e Instrumentos para su aplicación

Materiales e Instrumentos
Hojas de datos de registro con: fecha, ubicación, rama, sección, tamaño de la unidad de muestra, tipos de problemas, niveles de gravedad, cantidades y nombres de los inspectores.
Rueda de odómetro manual, con una precisión de lectura de 30 mm (0,1 pies)
Regla o cordel, de 3 m (10 pies).
Escala, de 300 mm (12 pulg.) con una precisión de 1/8 pulg.
Gráfico de distribución, para la sección a inspeccionar

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

Tabla 23

Modelo para tabulación de datos en pavimento asfáltico.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			Esquema		
ZONA	ABSCISA FINAL	UNIDADES DE MUESTREO			
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO			
INSPECCIONADA POR		FECHA			
No.	Daño	No.	Daño		
1	Pie de cocodrilo	11	Parqueo		
			Pulimiento de		
2	Exudación	12	agregados		
	Agrietamiento				
3	en bloque	13	Huecos		
	Abultamiento y		Cruce de vía		
4	hundimientos	14	férrea		
5	Corrugación	15	Ahuellamiento		
6	Depresión	16	Desplazamiento		
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica		
	Grieta de				
8	reflexión junta	18	Hinchamiento		
	Desnivel carril /				
9	berma	19	Desprendimiento		
	Grietas long y				
10	transversal				
Daño	Severidad	Cantidades parciales	Total	Densidad %	Valor deducido

Fuente: Vásquez, L. (2002)**Elaborado por:** Alban, V, y Manzano, C. (2023)

2.1.12 Procedimiento para evaluación PCI

Unidades de muestreo

Es fundamental seleccionar distintas piezas de muestreo, ya que permitirán subdividir el área en la que se va a trabajar, facilitando así su operatividad. Para ello se deberá acoger a los rangos de $225 \pm 90\text{m}^2$, según García (2022) nos informa.

Determinación de unidades de muestreo (n)

Se estima una mínima cantidad de muestreo que abarque al menos un 95% de confianza, para posteriormente determinar el intervalo de separación de unidades basándose en la técnica de muestreo aleatorio. García (2022) nos indica la fórmula a utilizar.

Tabla 24

Fórmula para determinar las unidades de muestreo

Donde:

$$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (N - 1) + \sigma^2}$$

-
- n:** Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.
- N:** Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.
- e:** Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%).
- σ :** Desviación estándar del PCI entre las unidades.
-

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

Unidades de muestreo

Para ello es importante considera la distancia constante que tendrán las muestras y según García (2022) se puede calcular por:

Tabla 25

Fórmula para el intervalo de muestreo

$$i = N/n$$

N: Número de cantidades de muestreo disponibles.

n: Número min de cantidades a usar.

i: Intervalo de muestra.

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

Unidades de Muestreo Adicionales

Alude a todas las irregularidades que existen en tramos externos a las muestras, (afirma) que deben ser añadidos al cálculo de PCI realizando una pequeña modificación para evitar la ausencia de elementos importantes a considerar.

Evaluación del nivel de deterioro

García (2022) señala que, para la evaluación del nivel de deterioro es necesario:

- a. Equipos-herramientas
- b. Procedimiento, inspecciones de unidades de muestreo

Estimación de PCI

Posteriormente de recoger los datos in situ, se puede llevar a cabo la evaluación PCI basado en las cantidades y severidades de perjuicios registrados. Para ello, se lo realizará en distintas etapas de acuerdo con Vásquez, L. (2002)

Primera fase

Tabla 26

Valoración de los Valores Deducidos

Cálculo de los Valores Deducidos

- A. Registre cada tipo y nivel de severidad de daño.
 - B. Divida la CANTIDAD de cada daño entre el ÁREA TOTAL Esta es la DENSIDAD.
 - C. Determine el VALOR DEDUCIDO mediante las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño”.
-

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

Segunda fase

Tabla 27

Valoración para máximo valor admisible

Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m)

- A. Enliste de mayor a menor.
 - B. Determine el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m).
 - C. El número de valores individuales deducidos se reduce a m, inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que m se utilizan todos los que se tengan.
-

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

Tercera fase

Tabla 28

Valoración para CDV

Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.
A. Determine el CDV con q y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.
B. Reduzca a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales.
C. El máximo CDV es el mayor de los CDV

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

Cuarta fase.

Estime el valor del PCI por medio de la resta entre 100 y el máx CDV

Tabla 29

Modelo para tabulación de max CDV

No.	Valores Deducidos	Total	q	CDV
1				
2				
3				
4				

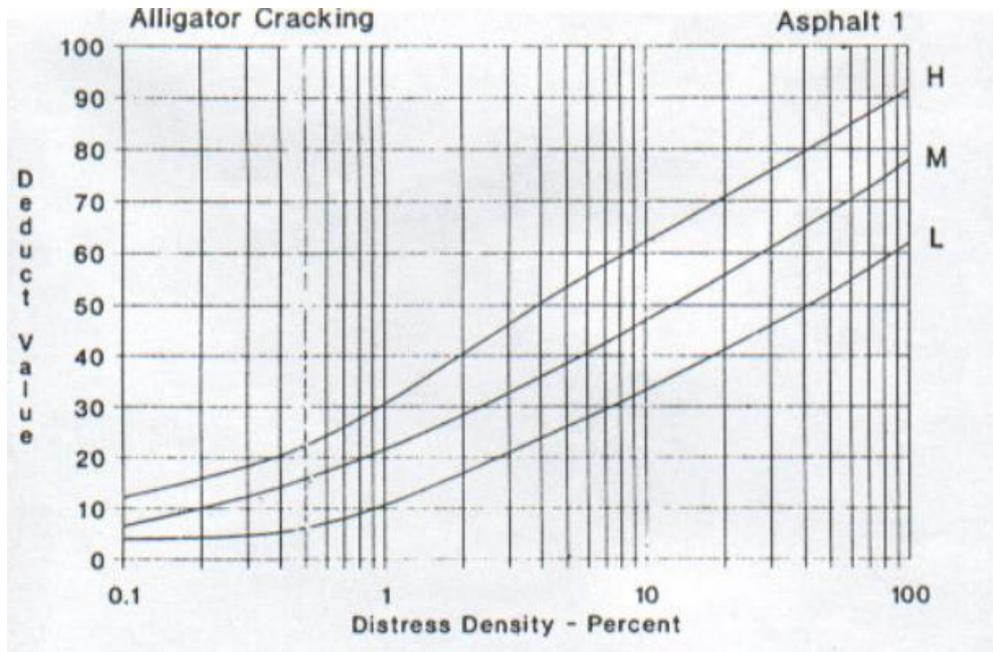
Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

Curvas para obtención del valor deducido

Figura 5

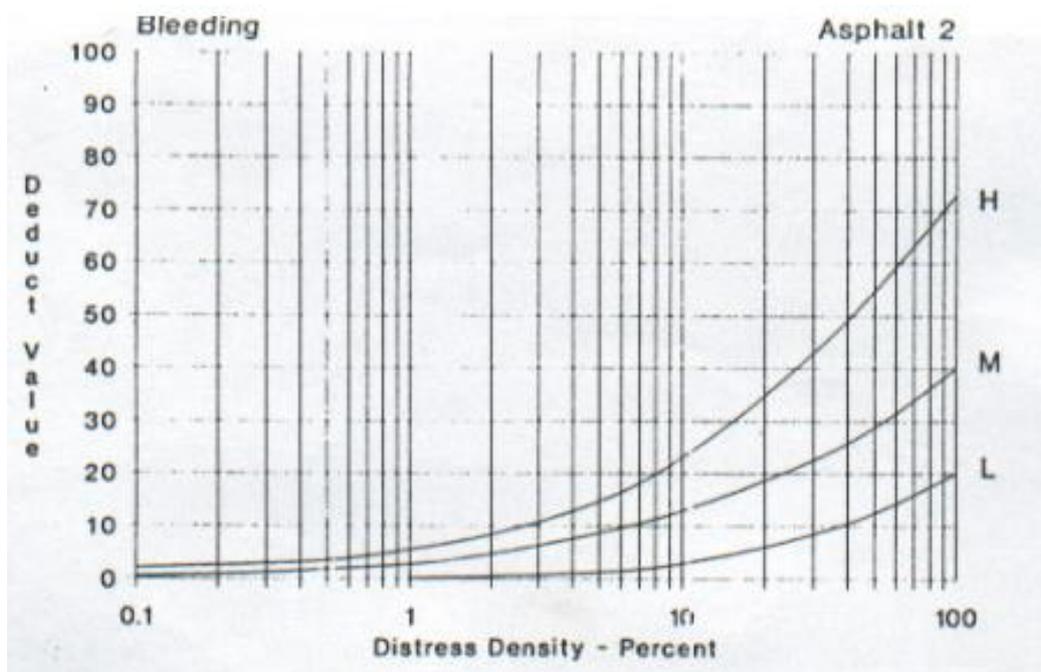
Curva primera falla de pavimento asfáltico



Fuente: Vásquez, L. (2002)

Figura 6

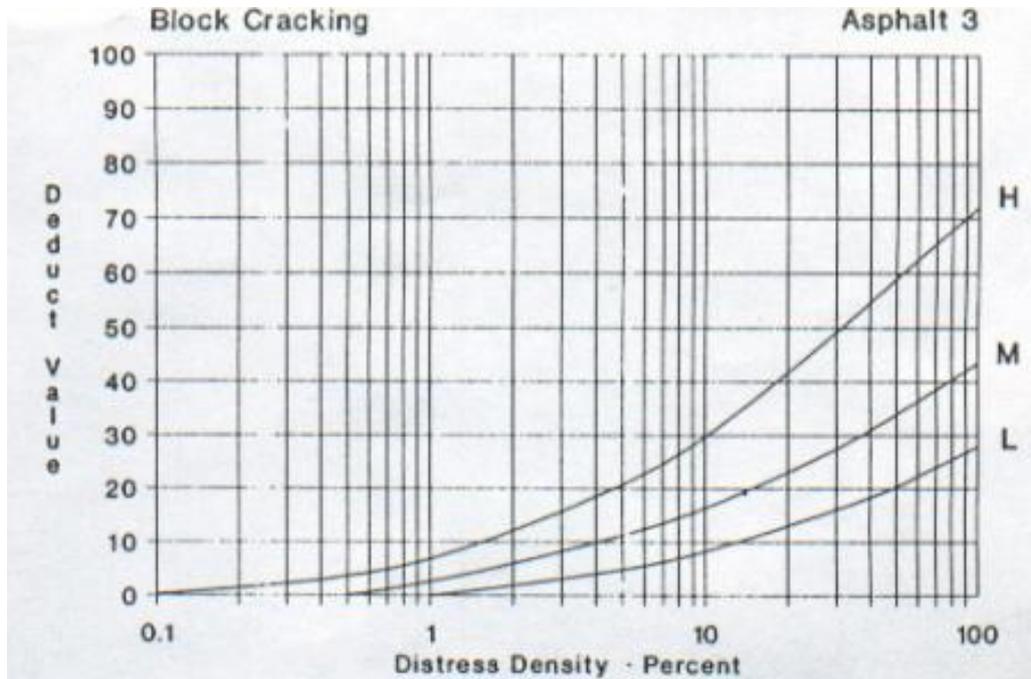
Curva segunda falla de pavimento asfáltico



Fuente: Vásquez, L. (2002)

Figura 7

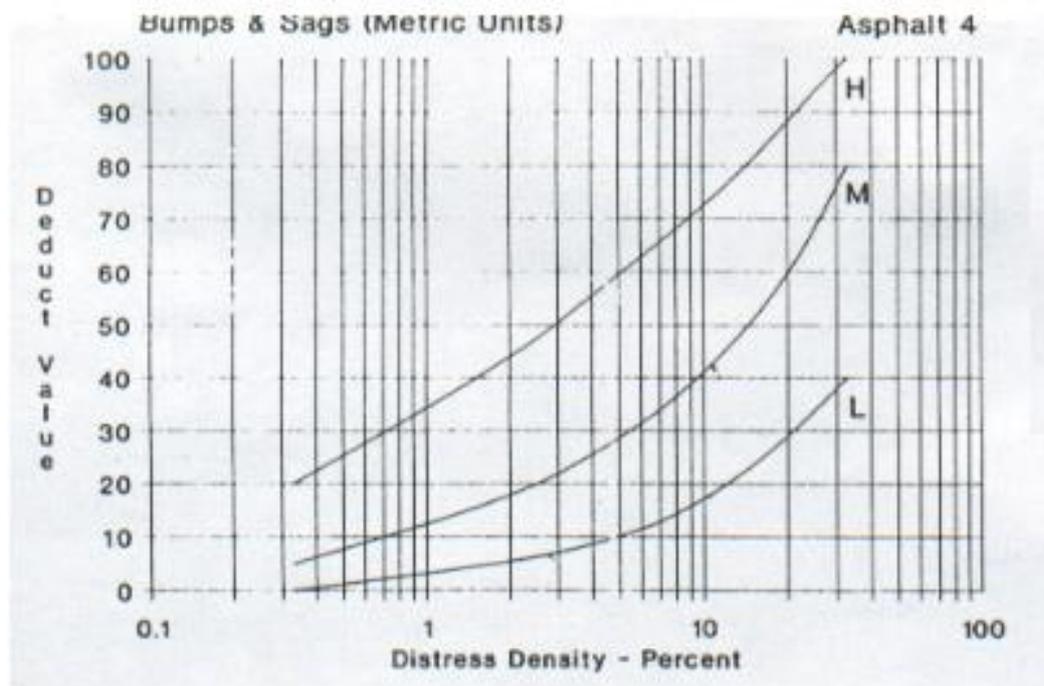
Curva tercera falla de pavimento asfáltico



Fuente: Vásquez, L. (2002)

Figura 8

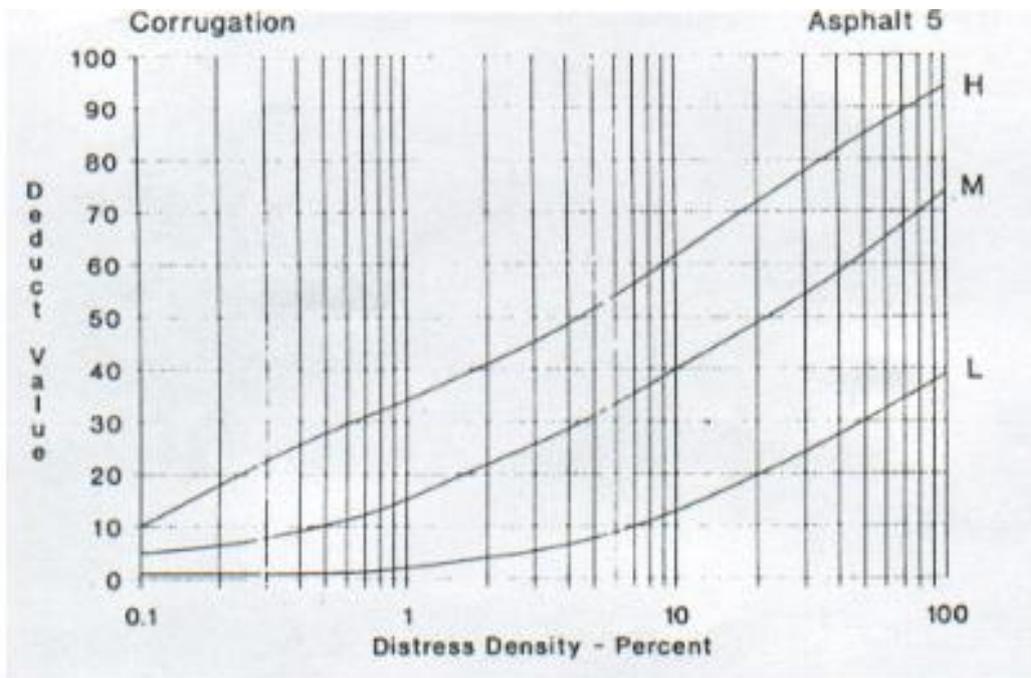
Curva cuarta falla de pavimento asfáltico



Fuente: Vásquez, L. (2002)

Figura 9

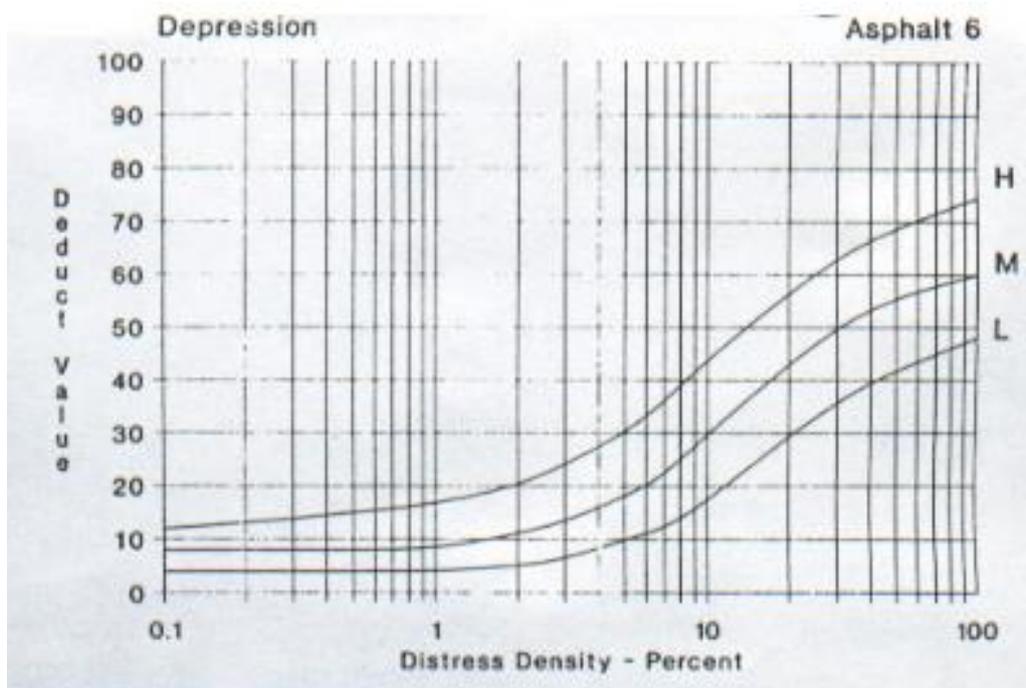
Curva quinta falla de pavimento asfáltico



Fuente: Vásquez, L. (2002)

Figura 10

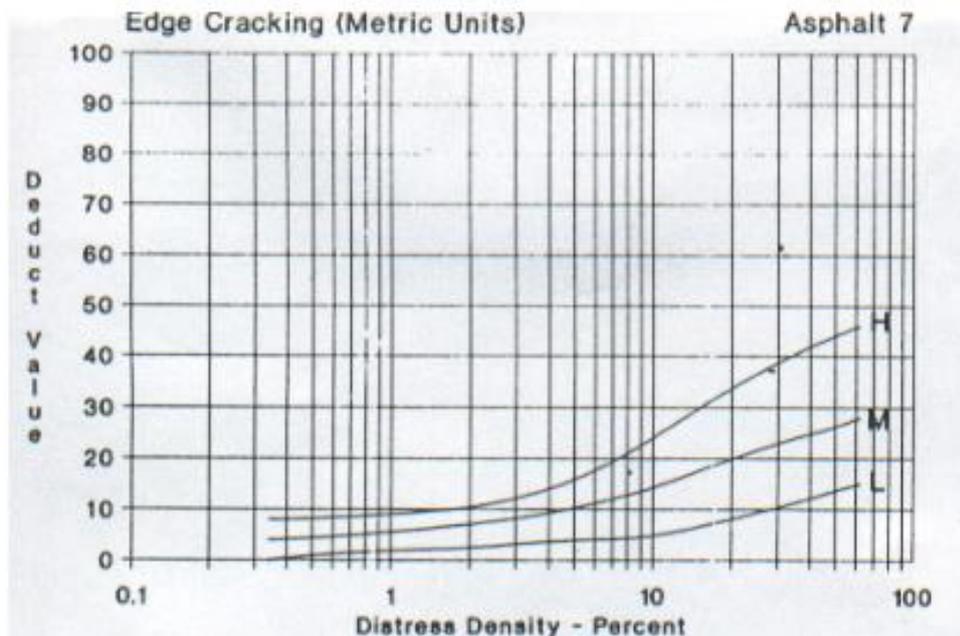
Curva sexta falla de pavimento asfáltico



Fuente: Vásquez, L. (2002)

Figura 11

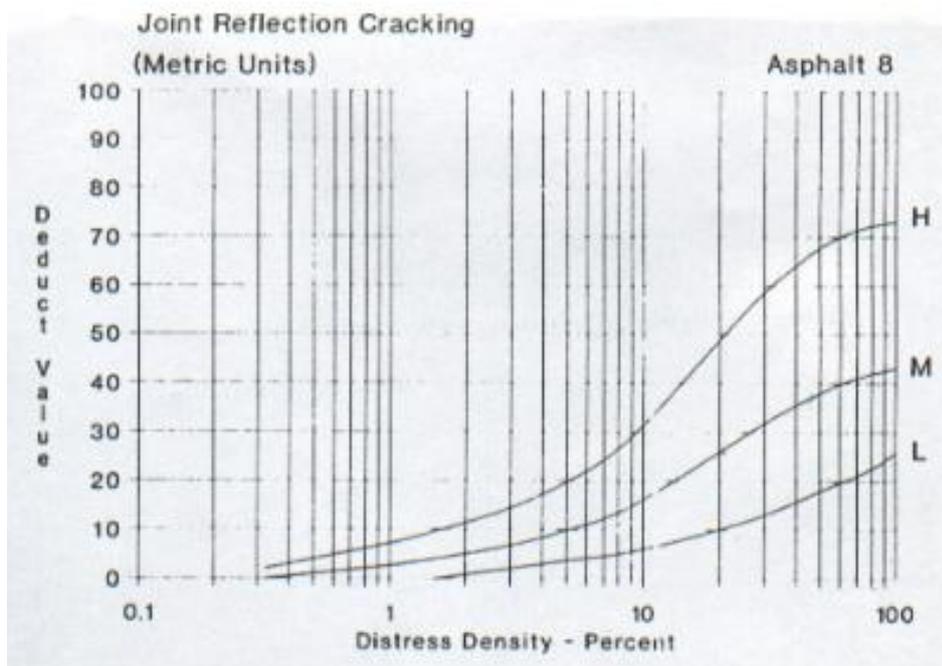
Curva séptima falla de pavimento asfáltico



Fuente: Vásquez, L. (2002)

Figura 12

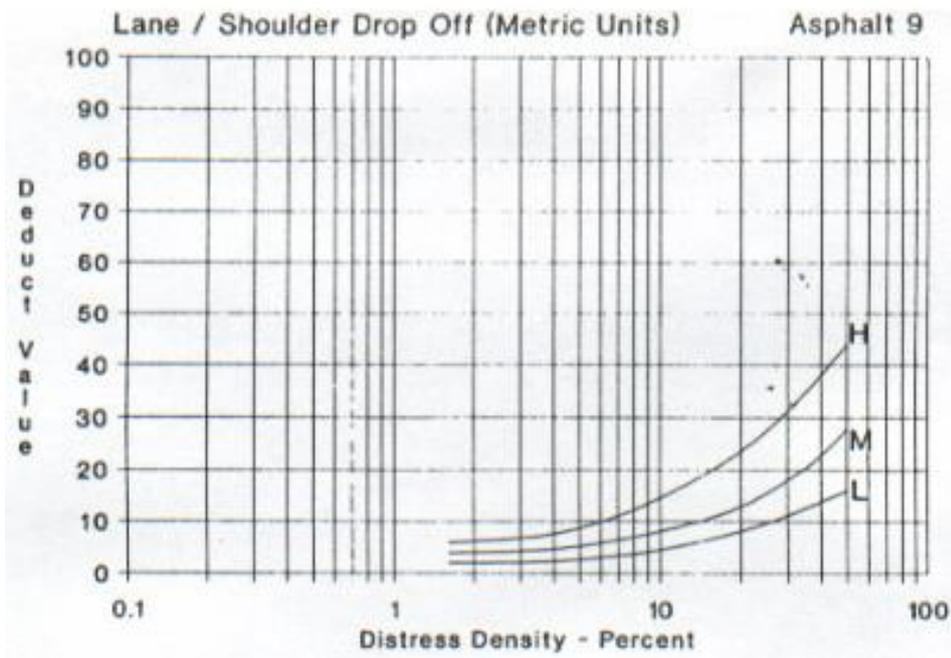
Curva octava falla de pavimento asfáltico



Fuente: Vásquez, L. (2002)

Figura 13

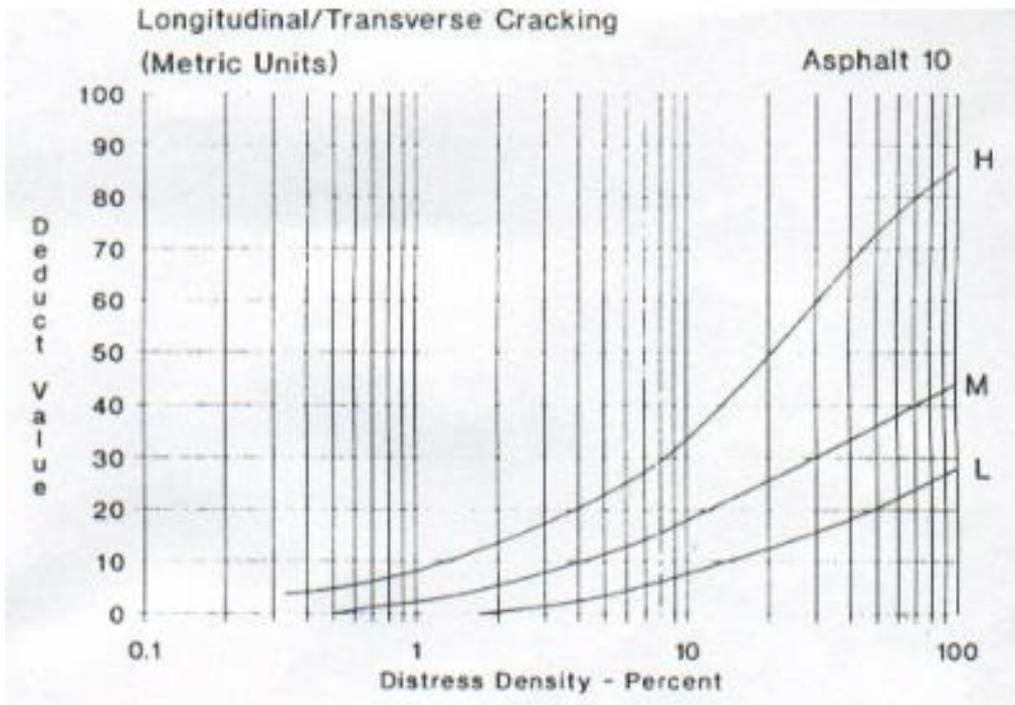
Curva novena falla de pavimento asfáltico



Fuente: Vásquez, L. (2002)

Figura 14

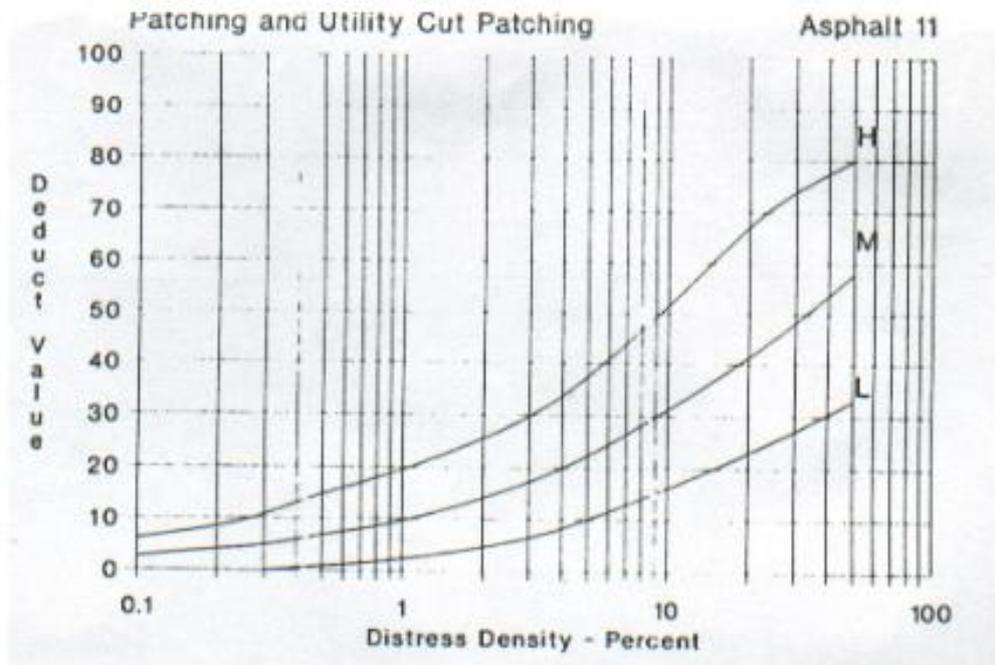
Curva décima falla de pavimentos asfálticos



Fuente: Vásquez, L. (2002)

Figura 15

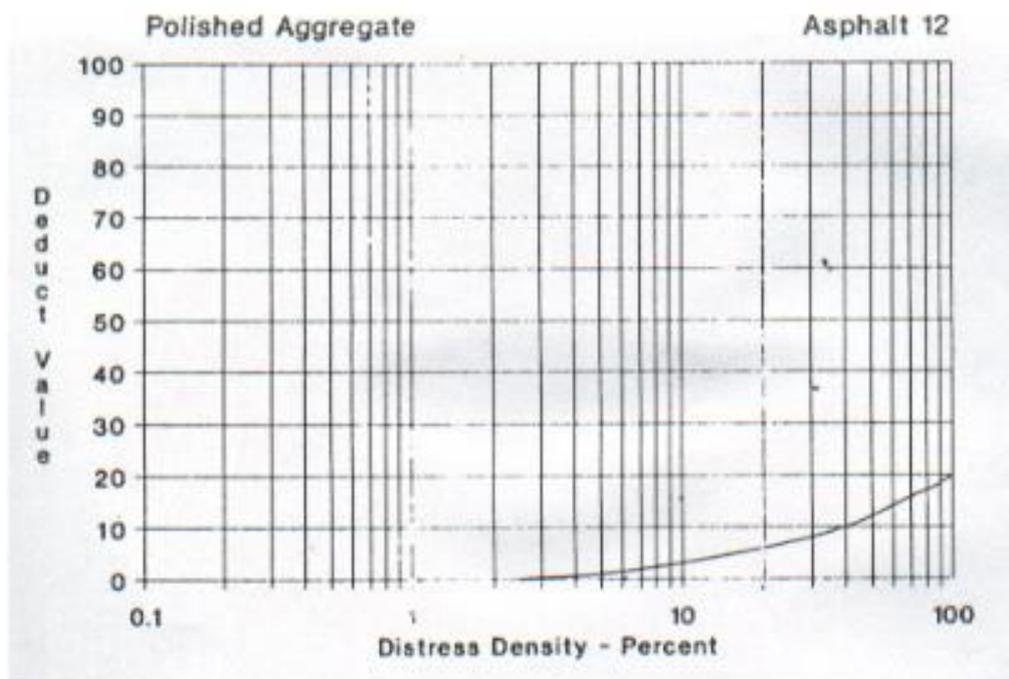
Curva onceava falla de pavimento asfáltico



Fuente: Vásquez, L. (2002)

Figura 16

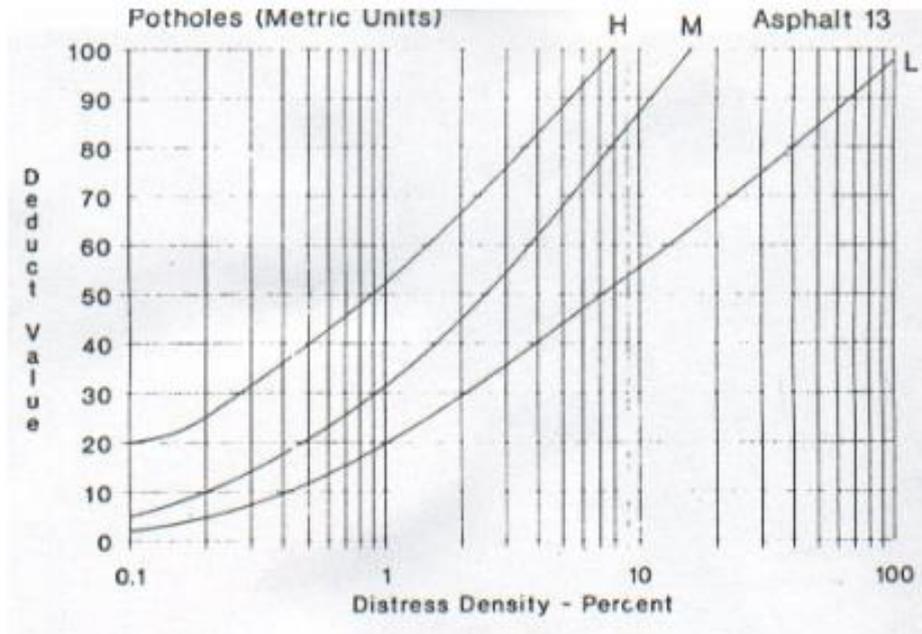
Curva doceava falla de pavimento asfáltico



Fuente: Vásquez, L. (2002)

Figura 17

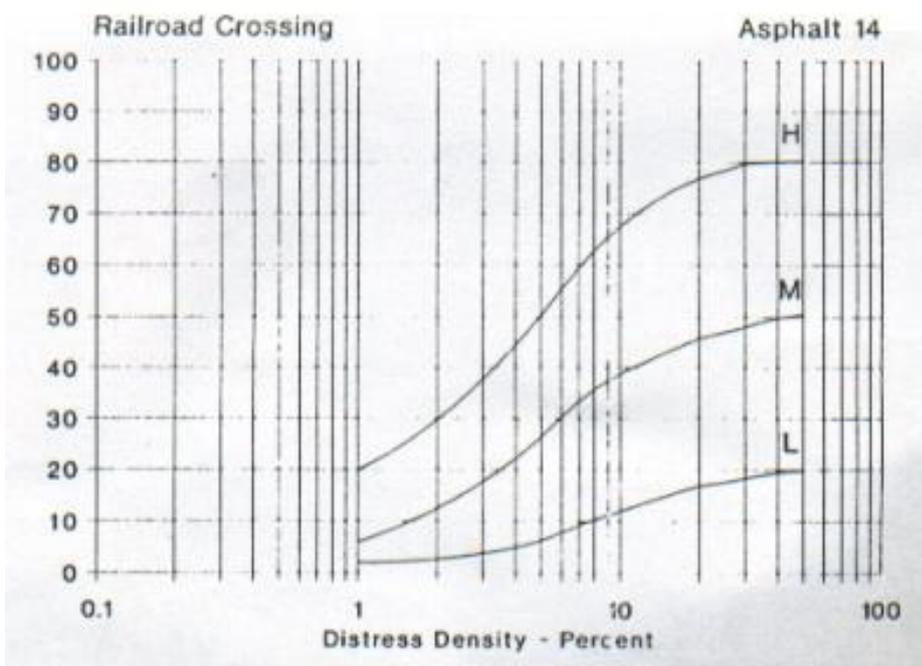
Curva decimotercera falla pavimento asfáltico



Fuente: Vásquez, L. (2002)

Figura 18

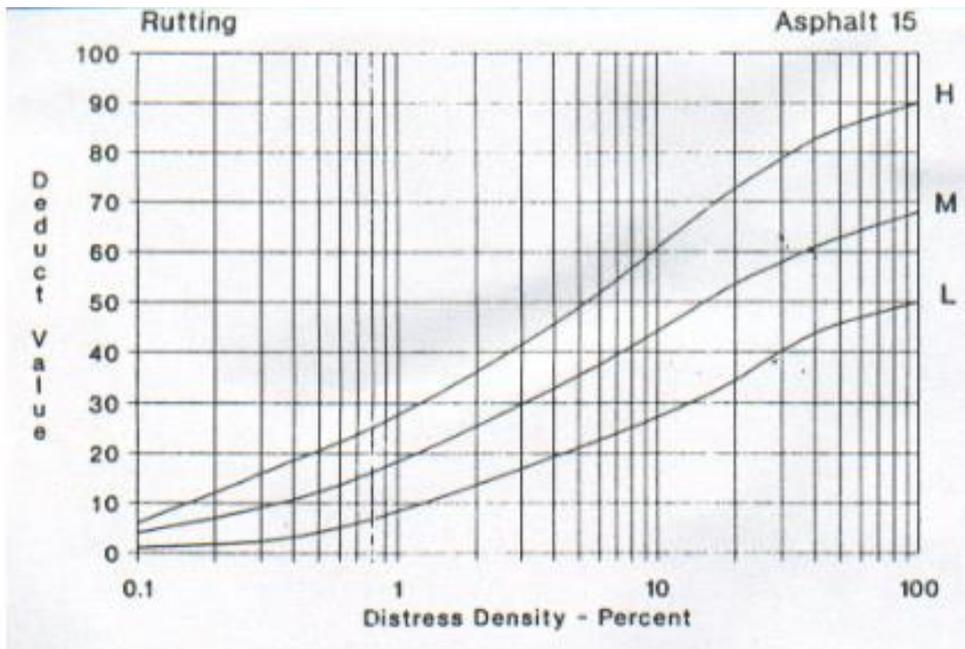
Curva decimocuarta falla de pavimento asfáltico



Fuente: Vásquez, L. (2002)

Figura 19

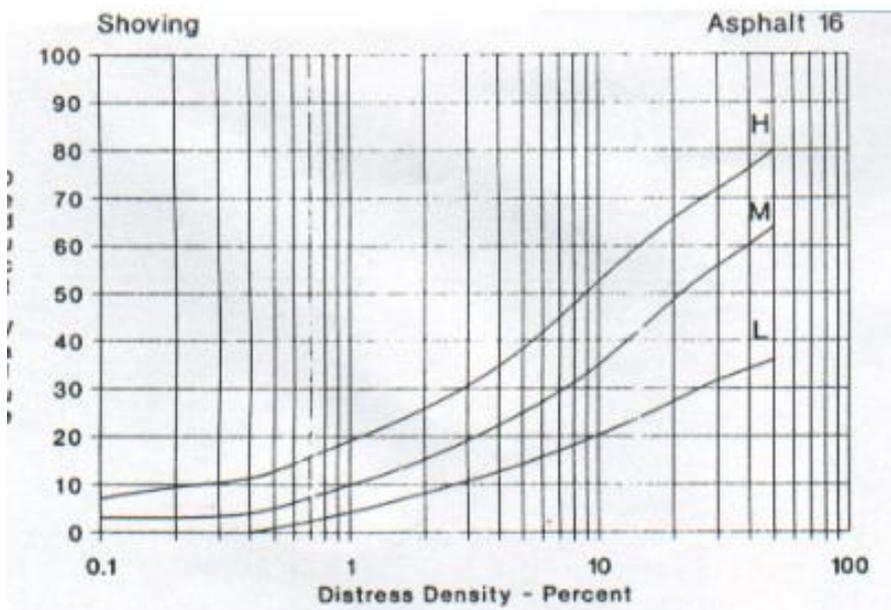
Curva decimoquinta falla de pavimento asfáltico



Fuente: Vásquez, L. (2002)

Figura 20

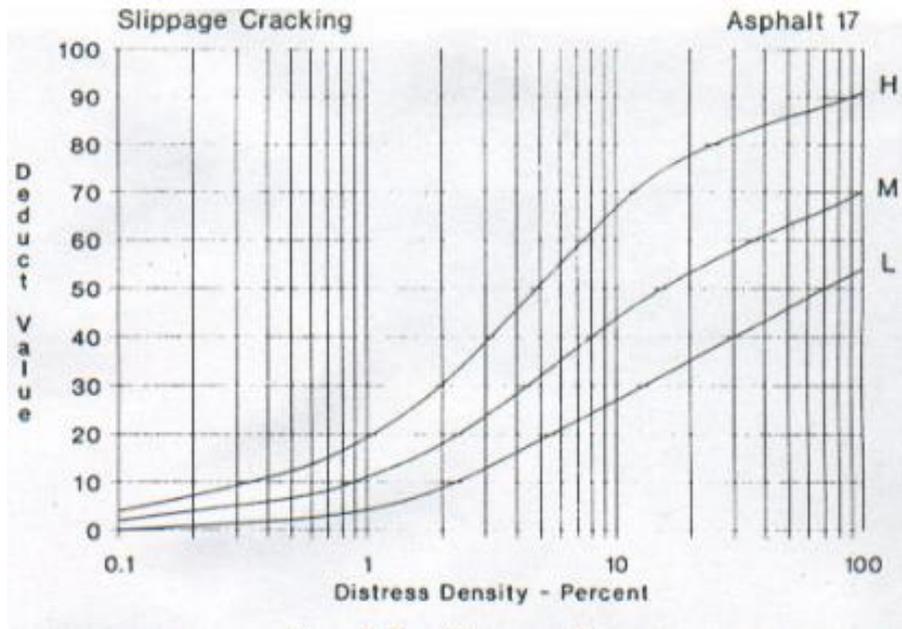
Curva decimosexta falla de pavimento asfáltico



Fuente: Vásquez, L. (2002)

Figura 21

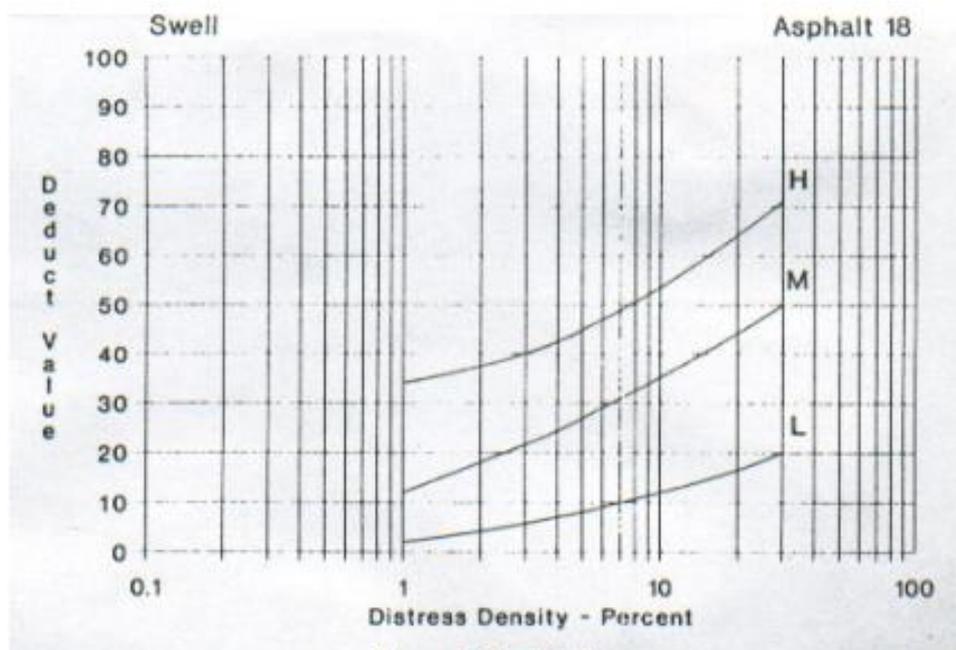
Curva decimoséptima falla pavimento asfáltico



Fuente: Vásquez, L. (2002)

Figura 22

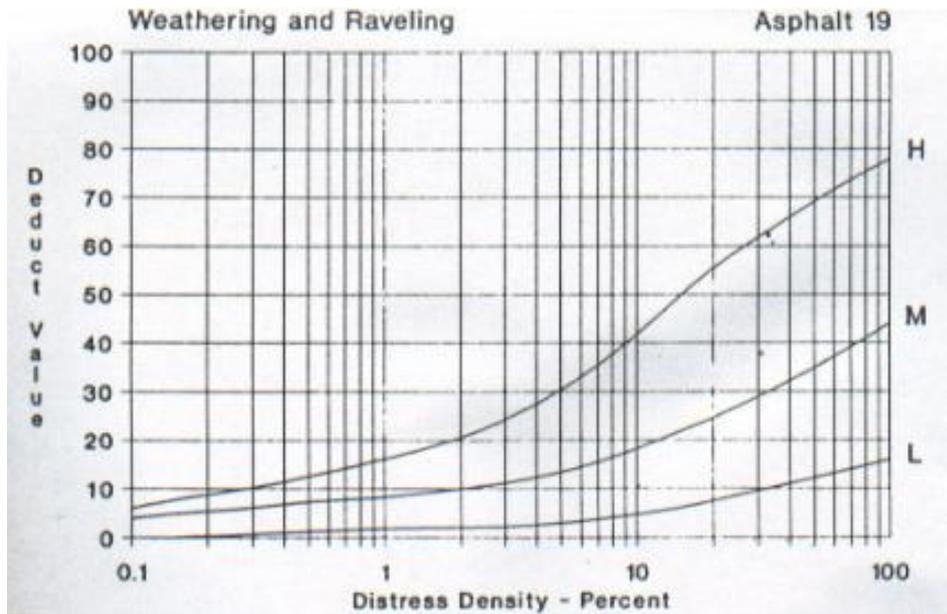
Curva decimoctava falla de pavimento asfáltico



Fuente: Vásquez, L. (2002)

Figura 23

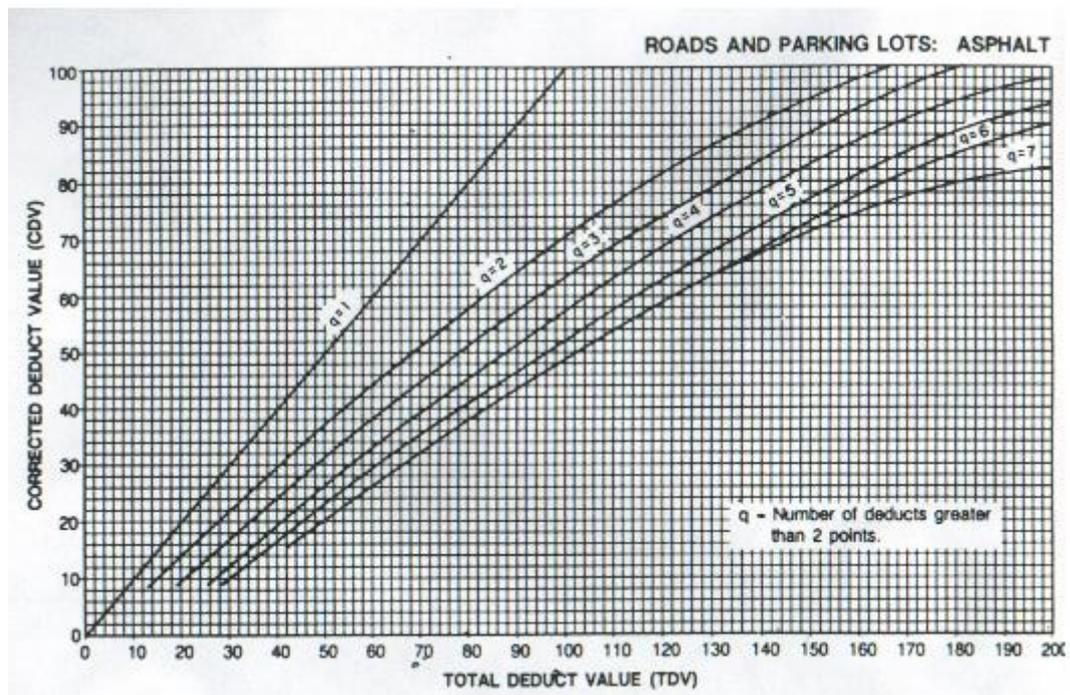
Curva decimonovena falla de pavimento asfáltico



Fuente: Vásquez, L. (2002)

Figura 24

Curva CDV



Fuente: Vásquez, L. (2002)

2.2 Marco Legal:

LEY ORGÁNICA DE TRANSPORTE TERRESTRE TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL

Art. 1.- La presente Ley tiene por objeto la organización, planificación, fomento, regulación, modernización y control del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, con el fin de proteger a las personas y bienes que se trasladan de un lugar a otro por la red vial del territorio ecuatoriano, y a las personas y lugares expuestos a las contingencias de dicho desplazamiento, contribuyendo al desarrollo socio-económico del país en aras de lograr el bienestar general de los ciudadanos.

LEY DE CAMINOS

Art. 3.-Derecho de vía. - Establécese el derecho de vía, que consiste en la facultad de ocupar, en cualquier tiempo, el terreno necesario para la construcción, conservación, ensanchamiento, mejoramiento o rectificación de caminos.

NORMA PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS VIALES

Art. 57.- Notificación sobre daños. - Se entiende por daño a la infraestructura del transporte terrestre, el perjuicio o menoscabo causado por culpa de otro a la infraestructura del transporte terrestre de la red vial nacional.

REGLAMENTO LEY SISTEMA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL TRANSPORTE TERRESTRE

Art. 4.- Concepto y clases de vías. - Son las estructuras de diferentes tipos construidas para la movilidad terrestre de los vehículos, ciclistas, peatones y semovientes, y, constituyen un esencial medio de comunicación que une regiones, provincias, cantones y parroquias de la República del Ecuador, cuya forma constitutiva contiene la plataforma de circulación que comprende todas las facilidades necesarias para garantizar la adecuada circulación, incluyendo aquella definida como derecho de vía.

Art. 55.- Definición. - Se entiende por conservación en materia de infraestructura del transporte terrestre, a todas las actividades destinadas a preservar a largo plazo, el funcionamiento adecuado del patrimonio vial terrestre, al menor costo posible, con el objeto de evitar el deterioro innecesario, mediante la protección física de sus estructuras básicas y superficies, procurando evitar su destrucción y la necesidad de una posterior rehabilitación o reconstrucción.

Art. 57.- Notificación sobre daños. - Se entiende por daño a la infraestructura del transporte terrestre, el perjuicio o menoscabo causado por culpa de otro a la infraestructura del transporte terrestre de la red vial nacional.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de la investigación

La presente investigación es de naturaleza mixta, a causa de contener partes cuantitativas y cualitativas. El enfoque cuantitativo se emplea al momento de utilizar el manual PCI para obtener datos que den paso a la correcta evaluación del nivel de deterioro de la avenida General Barona.

Del mismo modo, este proyecto posee una parte cualitativa, basada en las inspecciones visuales con la finalidad de identificar y clasificar las distintas tipologías de fallas presentes en la vía objeto de estudio.

3.2 Alcance de la investigación

El propósito de este proyecto es evaluar el deterioro vial en la avenida General Barona en el cantón Babahoyo, aplicando el método PCI para su conservación, además de elaborar y detallar un plan de gestión de costos y tiempo del mantenimiento preventivo-correctivo mediante su presupuesto referencial y el cronograma valorado de trabajo, adicional, se elaborará una guía de medidas recomendadas para un futuro control de fallas junto con las especificaciones técnicas de las mismas para el reacondicionamiento de la vía.

3.3 Técnica e instrumentos para obtener los datos

A fin de desarrollar el presente proyecto es necesario utilizar diversas técnicas que garanticen la correcta planificación y ejecución de la investigación aplicada.

Para ello es necesario:

- Observación: Este segmento busca recopilar el mayor volumen de información, para ello se emplea una guía de observación por la cual se identifica y clasifica los distintos tipos de fallas.
- Estudio de caso: Esta fase emplea los instrumentos primordiales que solicita el manual de daños del PCI, como sus diferentes tablas de clasificación, tablas de cálculos, y a su vez, herramientas menores como regla y cinta métrica.
- Programación: Este tramo aplica diferentes softwares tales como: Google Earth, Word y Excel donde se plasman todos los resultados obtenidos.

3.4 Población y muestra

La población alude a todos los componentes o individuos aledaños a los cuatro carriles que comprende la Avenida General Barona de la parroquia Clemente Baquerizo en la ciudad de Babahoyo, cuya vía tiene una longitud total de 1.6km.

Por otro lado, la muestra a utilizar en la cual se llevará a cabo la aplicación del método PCI, comprenderá desde el tramo vial avenida Malecón "9 de Octubre" hasta la calle Sucre (donde empieza la parte adoquinada) con una longitud de 1.1km . Sin embargo, durante el desarrollo del proyecto de investigación se determinarán unidades de muestreos y tramos efectivos.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA O INFORME

4.1 Presentación y análisis de resultados

4.1.1 Caracterización de la avenida General Barona

La avenida General Barona está ubicada en el cantón Babahoyo, capital de la provincia de Los Ríos, cuenta con una extensión de 1.6km que empieza desde el nexo con la avenida Malecón 9 de Octubre, hasta la calle 18 de Mayo. A su vez, a lo largo de su recorrido se ve interceptada por las av. Jorge Villegas; Jaime Roldós Aguilera; 9 de Noviembre y las calles Ricaurte; Barreiro; Mejía; Olmedo; Flores; Martín Icaza; Rocafuerte; Eloy Alfaro; Sucre; Bolívar; Abdón Calderón; 27 de Mayo; Pedro Carbo; Juan Montalvo. Adicionalmente, esta ruta está diseñada por una parte de superficie asfáltica y por otra con adoquinado, posee 4 carriles de 3m de ancho (2 para cada dirección) separadas por un parterre de 2.8m de ancho a lo largo de toda su ruta. Sin embargo, existe un pequeño tramo al inicio de la misma que no cuenta con un parterre.

Figura 25

Ubicación de la Av. General Barona



Fuente: Google Earth

4.2 Procedimiento para la evaluación del nivel de deterioro de la avenida General Barona

4.2.1 Unidades de muestreo

Para el presente proyecto, fue requerido inspeccionar toda la muestra seleccionada en su totalidad, debido a la disponibilidad de tiempo de los autores involucrados y al no ser un tramo vial relativamente largo.

Para la selección y clasificación de las ejemplares se definieron 12 unidades separadas de la siguiente manera:

- Tramo A-B: av. General Barona entre av. Malecón 9 de Octubre y av. Jorge Villegas
- Tramo B-C: av. General Barona entre av. Jorge Villegas y av. Jaime Roldós Aguilera
- Tramo C-D: av. General Barona entre av. Jaime Roldós Aguilera y calle 9 de Noviembre
- Tramo D-E: av. General Barona entre calle 9 de Noviembre y calle Ricaurte
- Tramo E-F: av. General Barona entre calle Ricaurte y calle Barreiro
- Tramo F-G: av. General Barona entre calle Barreiro y calle Mejía
- Tramo G-H: av. General Barona entre calle Mejía y calle Olmedo
- Tramo H-I: av. General Barona entre calle Olmedo y calle Flores
- Tramo I-J: av. General Barona entre calle Flores y calle Martín Icaza
- Tramo J-K: av. General Barona entre calle Martín Icaza y calle Rocafuerte
- Tramo K-L: av. General Barona entre calle Rocafuerte y calle Eloy Alfaro
- Tramo L-M: av. General Barona entre calle Eloy Alfaro y calle Sucre

4.2.2 Recolección de información Y cálculo de PCI

- Tramo A-B: av. General Barona entre av. Malecón 9 de Octubre y av. Jorge Villegas

Tabla 30

Recolección de datos del Tramo A-B.

Daño	Severidad	Cantidades parciales(m2)	Total(m2)	Densidad	
				%	Valor deducido
6	L	1.62	1.62	0.400	5.00
9	L	0.60	0.60	0.148	2.08
10	L	0.01	0.01	0.002	0.00
13	H	2.43	2.43	0.600	42.67
15	L	0.09	0.09	0.022	0.00
19	H	400.49	400.49	98.828	78.21

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

Cálculo de densidad Tramo A-B

$$Densidad(daño 6) = 1.62/405.24 * 100\% = 0.400\%$$

$$Densidad(daño 9) = 0.60/405.24 * 100\% = 0.148\%$$

$$Densidad(daño 10) = 0.01/405.24 * 100\% = 0.002\%$$

$$Densidad(daño 13) = 2.43/405.24 * 100\% = 0.600\%$$

$$Densidad(daño 15) = 0.09/405.24 * 100\% = 0.022\%$$

$$Densidad(daño 19) = 400.49/405.24 * 100\% = 98.828\%$$

Elección de valor deducido Tramo A-B

$$Daño 6(densidad 0.400) = 5.00$$

$$Daño 9(densidad 0.148) = 2.08$$

$$Daño 10(densidad 0.002) = 0.00$$

$$Daño 13(densidad 0.600) = 42.67$$

$$Daño 15(densidad 0.022) = 0.00$$

$$Daño 19(densidad 98.828) = 78.21$$

Cálculo de m1

$$m1 = 1.00 + 9/98(100 - 78.21) = 3.00$$

- Tramo B-C: av. General Barona entre av. Jorge Villegas y av. Jaime Roldós Aguilera

Tabla 31

Recolección de datos del Tramo B-C.

Daño	Severidad	Cantidades parciales(m2)	Total(m2)	Densidad %	Valor deducido
6	L	1.08*1.5	1.62	0.175	5.00
7	L	0.20	0.20	0.021	0.00
10	L	0.8*1.5	1.20	0.130	0.00
11	L	7.56*1.5	11.34	1.225	2.23
19	L	911.2	911.20	98.449	17.14

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

Cálculo de densidad Tramo B-C

$$Densidad(daño 6) = 1.62/925.56 * 100\% = 0.175\%$$

$$Densidad(daño 7) = 0.20/925.56 * 100\% = 0.021\%$$

$$Densidad(daño 10) = 1.20/925.56 * 100\% = 0.130\%$$

$$Densidad(daño 11) = 11.34/925.56 * 100\% = 1.225\%$$

$$Densidad(daño 19) = 911.20/925.56 * 100\% = 98.449\%$$

Elección de valor deducido Tramo B-C

$$Daño 6(densidad 0.175) = 5.00$$

$$Daño 7(densidad 0.021) = 0.00$$

$$Daño 10(densidad 0.130) = 0.00$$

$$Daño 11(densidad 1.225) = 2.23$$

$$Daño 19(densidad 98.449) = 17.14$$

Cálculo de m2

$$m2 = 1.00 + 9/10 * 9/98(100 - 17.14) = 8.61$$

- Tramo C-D: av. General Barona entre av. Jaime Roldós Aguilera y calle 9 de Noviembre

Tabla 32

Recolección de datos del Tramo C-D.

Daño	Severidad	Cantidades parciales	Total	Densidad %	Valor deducido
10	L	0.05*1.5	0.07	0.014	0.00
11	M	5.94*1.5	8.91	1.761	14.53
13	H	0.10*1.5	0.15	0.030	0.00
19	M	151.81	151.81	30.000	29.00

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

Cálculo de densidad Tramo C-D

$$Densidad(daño 10) = 0.07/506.04 * 100\% = 0.014\%$$

$$Densidad(daño 11) = 8.91/506.04 * 100\% = 1.761\%$$

$$Densidad(daño 13) = 0.15/506.04 * 100\% = 0.030\%$$

$$Densidad(daño 19) = 151.81/506.04 * 100\% = 30.000\%$$

Elección de valor deducido Tramo C-D

$$Daño 10(densidad 0.014) = 0.00$$

$$Daño 11(densidad 1.761) = 14.53$$

$$Daño 13(densidad 0.030) = 0.00$$

$$Daño 19(densidad 30.000) = 29.00$$

Cálculo de m3

$$m3 = 1.00 + 9/10 * 9/98(100 - 29) = 7.52$$

- Tramo D-E: av. General Barona entre calle 9 de Noviembre y calle Ricaurte

Tabla 33

Recolección de datos del Tramo D-E.

Daño	Severidad	Cantidades parciales(m2)	Total(m2)	Densidad %	Valor deducido
6	M	128.31*1.5	192.47	37.501	52.38
10	L	0.03*1.5	0.04	0.008	0.00
11	L	0.73*1.5	1.10	0.214	5.00
19	M	319.63	319.63	62.277	38.06

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

Cálculo de densidad Tramo D-E

$$Densidad(daño 6) = 192.47/513.24 * 100\% = 37.501\%$$

$$Densidad(daño 10) = 0.04/513.24 * 100\% = 0.008\%$$

$$Densidad(daño 11) = 1.10/513.24 * 100\% = 0.214\%$$

$$Densidad(daño 19) = 319.63/513.24 * 100\% = 62.277\%$$

Elección de valor deducido Tramo D-E

$$Daño 6(densidad 37.501) = 52.38$$

$$Daño 10(densidad 0.008) = 0.00$$

$$Daño 11(densidad 0.214) = 5.00$$

$$Daño 19(densidad 62.277) = 38.06$$

Cálculo de m4

$$m4 = 1.00 + 9/10 * 9/98(100 - 52.38) = 5.37$$

- Tramo E-F: av. General Barona entre calle Ricaurte y calle Barreiro

Tabla 34

Recolección de datos del Tramo E-F.

Daño	Severidad	Cantidades parciales(m2)	Total(m2)	Densidad %	Valor deducido
6	M	94.30	94.30	18.750	40.00
9	L	0.60	0.60	0.119	2.19
10	L	0.03	0.04	0.008	0.00
11	L	24.3*1.5	36.45	7.248	13.92
19	M	282.89	282.89	56.250	36.47

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

Cálculo de densidad Tramo E-F

$$Densidad(daño 6) = 94.30/502.92 * 100\% = 18.750\%$$

$$Densidad(daño 9) = 0.60/502.92 * 100\% = 0.119\%$$

$$Densidad(daño 10) = 0.04/502.92 * 100\% = 0.008\%$$

$$Densidad(daño 11) = 36.45/502.92 * 100\% = 7.248\%$$

$$Densidad(daño 19) = 282.89/502.92 * 100\% = 56.250\%$$

Elección de valor deducido Tramo E-F

$$Daño 6(densidad 18.750) = 40.00$$

$$Daño 9(densidad 0.119) = 2.19$$

$$Daño 10(densidad 0.008) = 0.00$$

$$Daño 11(densidad 7.248) = 13.92$$

$$Daño 19(densidad 56.250) = 36.47$$

Cálculo de m5

$$m5 = 1.00 + 9/10 * 9/98(100 - 40) = 6.51$$

- Tramo F-G: av. General Barona entre calle Barreiro y calle Mejía

Tabla 35

Recolección de datos del Tramo F-G.

Daño	Severidad	Cantidades parciales(m2)	Total(m2)	Densidad %	Valor deducido
10	L	0.04*1.5.	0.05	0.010	0.00
11	L	16.20*1.5	24.30	4.739	10.00
19	M	4.86	4.86	0.948	8.13

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

Cálculo de densidad Tramo F-G

$$Densidad(daño 10) = 0.05/512.82 * 100\% = 0.010\%$$

$$Densidad(daño 11) = 24.30/512.82 * 100\% = 4.739\%$$

$$Densidad(daño 19) = 4.86/512.82 * 100\% = 0.948\%$$

Elección de valor deducido Tramo F-G

$$Daño 10(densidad 0.010) = 0.00$$

$$Daño 11(densidad 4.739) = 10.00$$

$$Daño 19(densidad 0.948) = 8.13$$

Cálculo de m6

$$m6 = 1.00 + 9/10 * 9/98(100 - 10) = 9.27$$

- Tramo G-H: av. General Barona entre calle Mejia y calle Olmedo

Tabla 36

Recolección de datos del Tramo G-H.

Daño	Severidad	Cantidades parciales(m2)	Total(m2)	Densidad %	Valor deducido
8	M	1.08*1.5	1.62	0.312	0.00
19	L	233.50	233.50	45.001	12.00

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

Cálculo de densidad Tramo G-H

$$Densidad(daño 8) = 1.62/518.88 * 100\% = 0.312\%$$

$$Densidad(daño 19) = 233.50/518.88 * 100\% = 45.001\%$$

Elección de valor deducido Tramo G-H

$$Daño 8(densidad 0.312) = 0.00$$

$$Daño 19(densidad 45.001) = 12.00$$

Cálculo de m7

$$m7 = 1.00 + 9/10 * 9/98(100 - 12) = 9.08$$

- Tramo H-I: av. General Barona entre calle Olmedo y calle Flores

Tabla 37

Recolección de datos del Tramo H-I.

Daño	Severidad	Cantidades parciales(m2)	Total(m2)	Densidad %	Valor deducido
4	H	1.62*1.5	2.43	0.479	22.71
6	M	190.08*1.5	285.12	56.250	57.43
10	L	0.40	0.40	0.079	0.00
11	M	7.83*1.5	11.75	2.318	16.01
19	L	207.18	207.18	40.874	11.97

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

Cálculo de densidad Tramo H-I

$$Densidad(daño 4) = 2.43/506.88 * 100\% = 0.479\%$$

$$Densidad(daño 6) = 285.12/506.88 * 100\% = 56.250\%$$

$$Densidad(daño 10) = 0.40/506.88 * 100\% = 0.079\%$$

$$Densidad(daño 11) = 11.75/506.88 * 100\% = 2.318\%$$

$$Densidad(daño 19) = 207.18/506.88 * 100\% = 40.874\%$$

Elección de valor deducido Tramo H-I

$$Daño 4(densidad 0.479) = 22.71$$

$$Daño 6(densidad 56.250) = 57.43$$

$$Daño 10(densidad 0.079) = 0.00$$

$$Daño 11(densidad 2.318) = 16.01$$

$$Daño 19(densidad 40.874) = 11.97$$

Cálculo de m8

$$m8 = 1.00 + 9/10 * 9/98(100 - 57.43) = 4.91$$

- Tramo I-J: av. General Barona entre calle Flores y calle Martín Icaza

Tabla 38

Recolección de datos del Tramo I-J.

Daño	Severidad	Cantidades	Total(m2)	Densidad %	Valor deducido
		parciales(m2)			
6	M	190.87*1.5	286.30	56.250	57.89
10	L	0.2*1.5	0.30	0.059	0.00
13	H	1.35*1.5	2.03	0.399	37.12
19	M	220.35	220.35	43.292	32.00

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

Cálculo de densidad Tramo I-J

$$Densidad(daño 6) = 286.30/508.98 * 100\% = 56.250\%$$

$$Densidad(daño 10) = 0.30/508.98 * 100\% = 0.059\%$$

$$Densidad(daño 13) = 2.03/508.98 * 100\% = 0.399\%$$

$$Densidad(daño 19) = 220.35/508.98 * 100\% = 43.292\%$$

Elección de valor deducido Tramo I-J

$$Daño 6(densidad 56.250) = 57.89$$

$$Daño 10(densidad 0.059) = 0.00$$

$$Daño 13(densidad 0.399) = 37.12$$

$$Daño 19(densidad 43.292) = 32.00$$

Cálculo de m9

$$m9 = 1.00 + 9/10 * 9/98(100 - 57.89) = 4.87$$

- Tramo J-K: av. General Barona entre calle Martín Icaza y calle Rocafuerte

Tabla 39

Recolección de datos del Tramo J-K.

Daño	Severidad	Cantidades parciales(m2)	Total(m2)	Densidad	Valor
)	%	deducido
3	L	74.71*1.5	112.06	20.983	13.63
9	L	0.06*1.5	0.09	0.017	2.05
10	L	74.71*1.5	112.06	20.983	12.27

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

Cálculo de densidad Tramo J-K

$$Densidad(daño 3) = 112.06/534.06 * 100\% = 20.983\%$$

$$Densidad(daño 9) = 0.09/534.06 * 100\% = 0.017\%$$

$$Densidad(daño 10) = 112.06/534.06 * 100\% = 20.983\%$$

Elección de valor deducido Tramo J-K

$$Daño 3(densidad 20.983) = 13.63$$

$$Daño 9(densidad 0.017) = 2.05$$

$$Daño 10(densidad 20.983) = 12.27$$

Cálculo de m10

$$m10 = 1.00 + 9/10 * 9/98(100 - 13.63) = 8.93$$

- Tramo K-L: av. General Barona entre calle Rocafuerte y calle Eloy Alfaro

Tabla 40

Recolección de datos del Tramo K-L.

Daño	Severidad	Cantidades parciales(m2)	Total(m2)	Densidad %	Valor deducido
10	L	74.49*1.5	111.73	20.980	12.36
18	M	7.85	7.85	1.474	15.00

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

Cálculo de densidad Tramo K-L

$$Densidad(daño 10) = 111.73/532.56 * 100\% = 20.980\%$$

$$Densidad(daño 18) = 7.85/532.56 * 100\% = 1.474\%$$

Elección de valor deducido Tramo K-L

$$Daño 10(densidad 20.980) = 12.36$$

$$Daño 18(densidad 1.474) = 15.00$$

Cálculo de m11

$$m11 = 1.00 + 9/10 * 9/98(100 - 15) = 8.81$$

- Tramo L-M: av. General Barona entre calle Eloy Alfaro y calle Sucre

Tabla 41

Recolección de datos del Tramo L-M.

Daño	Severidad	Cantidades parciales(m2)	Total(m2)	Densidad %	Valor deducido
6	M	9.72*1.5	14.58	2.816	13.00
8	L	72.27*1.5	108.41	20.937	10.09
13	M	0.20*1.5	0.30	0.058	0.00
18	M	5.40	5.40	1.043	12.00
19	M	5.40	5.40	1.043	8.00

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

Cálculo de densidad Tramo L-M

$$Densidad(daño 6) = 14.58/517.80 * 100\% = 2.816\%$$

$$Densidad(daño 8) = 108.41/517.80 * 100\% = 20.937\%$$

$$Densidad(daño 13) = 0.30/517.80 * 100\% = 0.058\%$$

$$Densidad(daño 18) = 5.40/517.80 * 100\% = 1.043\%$$

$$Densidad(daño 19) = 5.40/517.80 * 100\% = 1.043\%$$

Elección de valor deducido Tramo L-M

$$Daño 6(densidad 2.816) = 13.00$$

$$Daño 8(densidad 20.937) = 10.09$$

$$Daño 13(densidad 0.058) = 0.00$$

$$Daño 18(densidad 1.043) = 12.00$$

$$Daño 19(densidad 1.043) = 8.00$$

Cálculo de m12

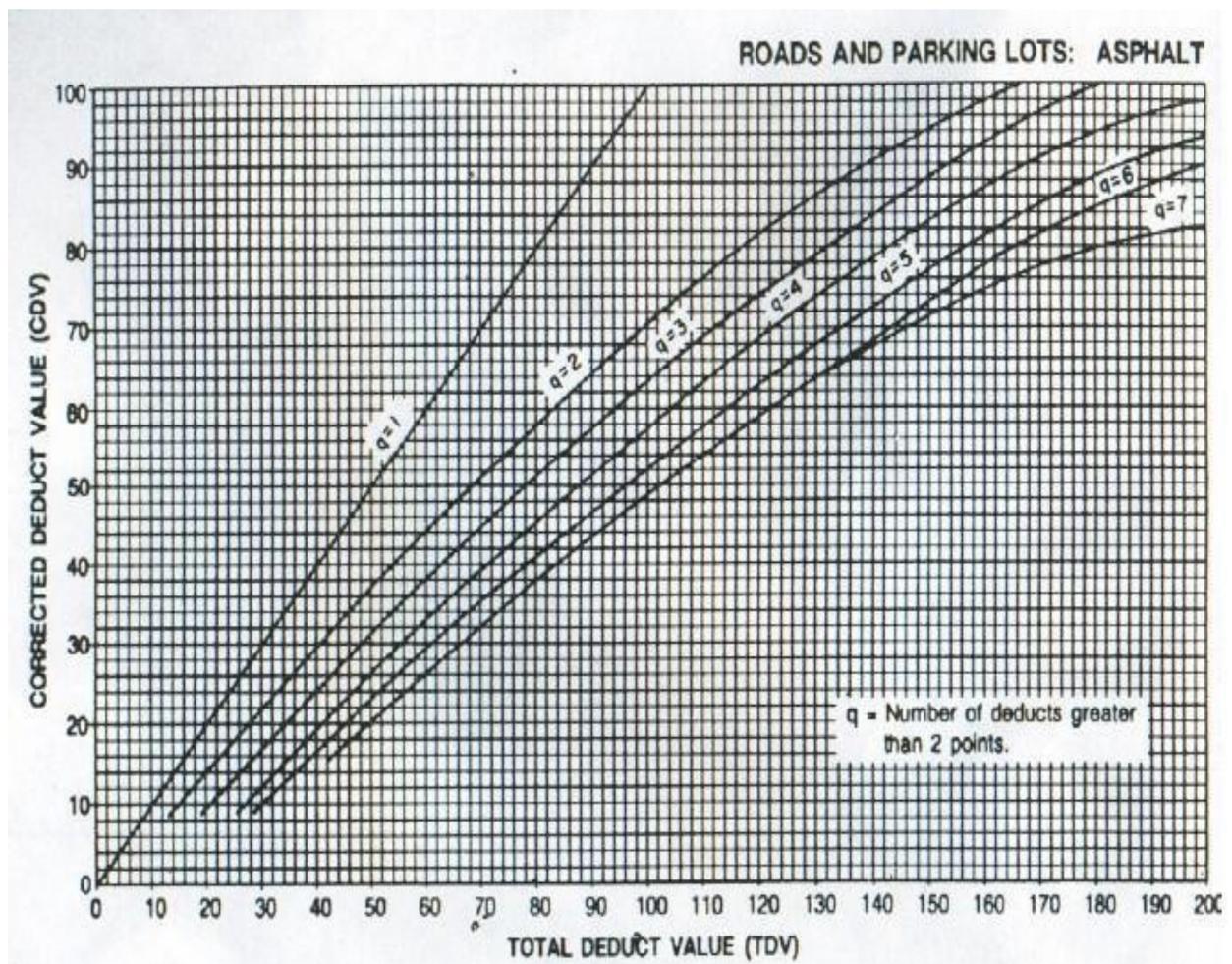
$$m12 = 1.00 + 9/10 * 9/98(100 - 13) = 8.99$$

4.2.3 Valoración de max CDV

Se procede a contabilizar la cantidad de valores deducidos por tramo para obtener la cantidad de “q” existente, después, se disminuye a 2.00 el mínimo elemento hasta conseguir un “q” igual a 1. Las cantidades de CDV son escogidas de la curva CDV.

Figura 26

Curva CDV



Fuente: Vásquez, L. (2002)

- Tramo A-B: av. General Barona entre av. Malecón 9 de Octubre y av. Jorge Villegas

Tabla 42

Cálculo del CDV del Tramo A-B

							<i>Total</i>	<i>q</i>	<i>CDV</i>	
<i>V.D</i>										
1	5.00	2.08	0.00	42.67	0.00	78.21	127.96	4	73.05	
2	5.00	2.00	0.00	42.67	0.00	78.21	127.88	3	77.96	
3	2.00	2.00	0.00	42.67	0.00	78.21	124.88	2	84.00	
4	2.00	2.00	0.00	2.00	0.00	78.21	84.21	1	84.21	
							<i>máx CDV=</i>	84.21		

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

- Tramo B-C: av. General Barona entre av. Jorge Villegas y av. Jaime Roldós Aguilera

Tabla 43

Cálculo del CDV del Tramo B-C

							<i>Total</i>	<i>q</i>	<i>CDV</i>	
<i>V.D</i>										
1	5.00	0.00	0.00	2.23	17.14	24.37	24.37	3	12.64	
2	5.00	0.00	0.00	2.00	17.14	24.14	24.14	2	17.89	
3	2.00	0.00	0.00	2.00	17.14	21.14	21.14	1	21.14	
							<i>máx CDV=</i>	21.14		

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

- Tramo C-D: av. General Barona entre av. Jaime Roldós Aguilera y calle 9 de Noviembre

Tabla 44

Cálculo del CDV del Tramo C-D

		<i>V.D</i>			<i>Total</i>	<i>q</i>	<i>CDV</i>
<i>1</i>	<i>0.00</i>	<i>14.53</i>	<i>0.00</i>	<i>29.00</i>	<i>43.53</i>	<i>2</i>	<i>32.00</i>
<i>2</i>	<i>0.00</i>	<i>2.00</i>	<i>0.00</i>	<i>29.00</i>	<i>31.00</i>	<i>1</i>	<i>31.00</i>
<i>máx CDV=</i>							<i>32.00</i>

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

- Tramo D-E: av. General Barona entre calle 9 de Noviembre y calle Ricaurte

Tabla 45

Cálculo del CDV del Tramo D-E

		<i>V.D</i>			<i>Total</i>	<i>q</i>	<i>CDV</i>
<i>1</i>	<i>52.38</i>	<i>0.00</i>	<i>5.00</i>	<i>38.06</i>	<i>95.44</i>	<i>3</i>	<i>80.75</i>
<i>2</i>	<i>52.38</i>	<i>0.00</i>	<i>2.00</i>	<i>38.06</i>	<i>92.44</i>	<i>2</i>	<i>86.00</i>
<i>3</i>	<i>52.38</i>	<i>0.00</i>	<i>2.00</i>	<i>2.00</i>	<i>56.38</i>	<i>1</i>	<i>56.38</i>
<i>máx CDV=</i>							<i>86.00</i>

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

- Tramo E-F: av. General Barona entre calle Ricaurte y calle Barreiro

Tabla 46

Cálculo del CDV del Tramo E-F

	<i>V.D</i>				<i>Total</i>	<i>q</i>	<i>CDV</i>	
1	40.00	2.19	0.00	13.92	36.47	92.58	4	53.12
2	40.00	2.00	0.00	13.92	36.47	92.39	3	56.87
3	40.00	2.00	0.00	2.00	36.47	80.47	2	58.00
4	40.00	2.00	0.00	2.00	2.00	46.00	1	46.00
máx CDV=							58.00	

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

- Tramo F-G: av. General Barona entre calle Barreiro y calle Mejía

Tabla 47

Cálculo del CDV del Tramo F-G

	<i>V.D</i>			<i>Total</i>	<i>q</i>	<i>CDV</i>
1	0.00	10.00	8.13	18.13	2	12.39
2	0.00	10.00	2.00	12.00	1	12.00
máx CDV=						12.39

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

- Tramo G-H: av. General Barona entre calle Mejia y calle Olmedo

Al contar con tan solo un valor deducido mayor a 2.00 en el tramo G-H, el CDV pasa a ser el Valor deducido total.

CDV=12.00

- Tramo H-I: av. General Barona entre calle Olmedo y calle Flores

Tabla 48

Cálculo del CDV del Tramo H-I

	<i>V.D</i>					<i>Total</i>	<i>q</i>	<i>CDV</i>
1	22.71	57.43	0.00	16.01	11.97	108.12	4	62.15
2	22.71	57.43	0.00	16.01	2.00	98.15	3	62.24
3	22.71	57.43	0.00	2.00	2.00	84.14	2	80.37
4	2.00	57.43	0.00	2.00	2.00	63.43	1	63.43
máx CDV=								80.37

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

- Tramo I-J: av. General Barona entre calle Flores y calle Martín Icaza

Tabla 49

Cálculo del CDV del Tramo I-J

	<i>V.D</i>				<i>Total</i>	<i>q</i>	<i>CDV</i>
1	57.89	0.00	37.12	32.00	127.01	3	77.69
2	57.89	0.00	37.12	2.00	97.01	2	68.02
3	57.89	0.00	2.00	2.00	61.89	1	61.89
máx CDV=							77.69

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

- Tramo J-K: av. General Barona entre calle Martín Icaza y calle Rocafuerte

Tabla 50

Cálculo del CDV del Tramo J-K

	<i>V.D</i>				<i>Total</i>	<i>q</i>	<i>CDV</i>
1	13.63	2.05	12.27	27.95	27.95	3	14.11
2	13.63	2.00	12.27	27.90	27.90	2	19.31
3	13.63	2.00	2.00	17.63	17.63	1	17.63
máx CDV=							19.31

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

- Tramo K-L: av. General Barona entre calle Rocafuerte y calle Eloy Alfaro

Tabla 51

Cálculo del CDV del Tramo K-L

	V.D			Total	q	CDV
1	12.36	15.00		27.36	2	19.01
2	2.00	15.00		17.00	1	17.00
máx CDV=						19.01

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

- Tramo L-M: av. General Barona entre calle Eloy Alfaro y calle Sucre

Tabla 52

Cálculo del CDV del Tramo L-M

	V.D				Total	q	CDV	
1	13.00	10.09	0.00	12.00	8.00	43.09	4	21.45
2	13.00	10.09	0.00	12.00	2.00	37.09	3	22.00
3	13.00	2.00	0.00	12.00	2.00	29.00	2	21.18
4	13.00	2.00	0.00	2.00	2.00	19.00	1	19.00
máx CDV=							22.00	

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

4.2.4 Estimación de PCI

Se estima el valor de PCI por medio de la resta entre 100 y el máx CDV.

$$PCI 1 = 100 - 84.21 = 15.79$$

$$PCI 2 = 100 - 21.14 = 78.86$$

$$PCI 3 = 100 - 32.00 = 68.00$$

$$PCI 4 = 100 - 86.00 = 14.00$$

$$PCI 5 = 100 - 58.00 = 42.00$$

$$PCI 6 = 100 - 12.39 = 87.61$$

$$PCI 7 = 100 - 12.00 = 88.00$$

$$PCI 8 = 100 - 80.37 = 19.63$$

$$PCI 9 = 100 - 77.69 = 22.31$$

$$PCI 10 = 100 - 19.31 = 80.69$$

$$PCI 11 = 100 - 19.01 = 80.99$$

$$PCI 12 = 100 - 22.00 = 78.00$$

4.3 Medidas recomendadas como opciones de reparación

A partir de los datos recogidos y del reconocimiento de tipología de los desperfectos existentes en la avenida General Barona, se recomienda emplear las siguientes medidas para su conservación.

- **Falla #3 Fracturamiento en juntas (Low)**

Presente en unidad de muestreo: #10.

Medidas: Se recomienda realizar un riego de sello sobre la superficie afectada.

- **Falla #4 Abultamientos y/o hundimientos (High)**

Presente en unidad de muestreo: #8

Medidas: Es recomendable fresar en frío, al igual que parchear profunda o parcialmente dependiendo de la gravedad y la aplicación de una sobrecarpeta.

- **Falla #6 Depresión (Low)**

Presente en unidad de muestreo: #1, 2.

Medidas: No se realiza ninguna acción.

- **Falla #6 Depresión (Medium)**

Presente en unidad de muestreo: #4, 5, 8, 9, 12.

Medidas: Se recomienda parchear superficial, parcial o profundamente conforme su gravedad.

- **Falla #7 Grieta de Borde (Low)**

Presente en muestreo: #2.

Medidas: No se realiza ninguna acción.

- **Falla #8 Patrón de fracturamiento en bloque (Low)**

Presente en unidad de muestreo: #12.

Medidas: Es recomendable sellar las aberturas.

- **Falla #8 Patrón de fracturamiento en bloque (Medium)**

Presente en unidad de muestreo: #7.

Medidas: Es recomendable sellar las aberturas y a su vez, parchear parcial o profundamente.

- **Falla #9 Desnivel Carril / Berma (Low)**

Presente en unidad de muestreo: #1, 5, 10.

Medidas: Se recomienda ajustar el nivel de los carriles con una carpeta asfáltica.

- **Falla #10 Fracturas paralelas y perpendiculares (Low)**

Presente en muestreo: #1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11.

Medidas: No se requiere ninguna acción.

- **Falla #11 Parcheo (Low)**

Presente en unidad de muestreo: #2, 4, 5, 6.

Medidas: No se requiere ninguna acción.

- **Falla #11 Parcheo (Medium)**

Presente en unidad de muestreo: #3, 8.

Medidas: Se recomienda sustituir el parche asfáltico.

- **Falla #13 Huecos (Medium)**

Presente en unidad de muestreo: #12.

Medidas: Se recomienda realizar un parcheo parcial.

- **Falla #13 Huecos (High)**

Presente en unidad de muestreo: #1, 3, 9.

Medidas: Se recomienda realizar un parcheo profundo.

- **Falla #15 Ahuellamiento (Low)**

Presente en unidad de muestreo: #1.

Medidas: No se requiere ninguna acción.

- **Falla #18 Hinchamiento (Medium)**

Presente en unidad de muestreo: #11, 12.

Medidas: Se recomienda una reconstrucción parcial.

- **Falla #19 Meteorización (Low)**

Presente en unidad de muestreo: #2, 7, 8.

Medidas: No se requiere ninguna acción.

- **Falla #19 Meteorización (Medium)**

Presente en unidad de muestreo: # 3, 4, 5, 6, 9, 12.

Medidas: Se recomienda realizar un sello superficial.

- **Falla #19 Meteorización (High)**

Presente en unidad de muestreo: #1.

Medidas: Se recomienda realizar un sello superficial y aplicar una sobrecarpeta.

4.4 Conceptualización de especificaciones técnicas para acciones

recomendadas

- Sellado de grietas

Tabla 53

Especificaciones técnicas del sellado de grietas

Nombre del Rubro:	Sellado de grietas
Descripción	La tarea implica aplicar asfalto para reparar ciertos tipos de grietas que se forman en las superficies de pavimento asfáltico, con el objetivo de reducir la filtración de agua y el deterioro del asfalto debido a la oxidación.
Materiales	Equipos
AP3 y diésel I, mezcla asfáltica	Rodillo liso vibratorio, Camión distribuidor de asfalto, Herramienta menor.
Medición	Forma de pago
Unidad de volumen (m3).	Unidad de volumen (m3).
Procedimiento	El material extraído de las cavidades durante la limpieza se remueve de la carretera y se transporta a un vertedero autorizado. El material utilizado para sellar se maneja a la temperatura recomendada por el fabricante del producto asfáltico, con una penetración máxima de 60 mm a 25°C, una ductilidad mínima de 2 cm a 0°C, un punto de ablandamiento mínimo de 59°C y un máximo de 25% de filler. Se recomienda que una vez que se haya rellenado una cavidad, el nivel superior del sellado no debe ser más alto que el nivel del pavimento adyacente.

Fuente: (Metropolitano, s/f)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

- **Trazado, replanteo y nivelación**

Tabla 54

Especificaciones técnicas del trazado, replanteo y nivelación

Nombre del Rubro:		Trazado, replanteo y nivelación
Descripción	Los trabajos comprendidos en este rubro consisten en replantear, localizar, verificar y replantear todos los trabajos indicados en los planos aprobados para construcción y tendrá la obligación de proceder a la verificación, localización de las cotas establecidas en los planos de construcción	
Materiales		Equipos
Pintura de caucho (vinil o acrílico), Herramienta menor, Equipo topográfico Clavos 2 ½", cuartones de encofrado, cal.		
Medición	Forma de pago	
Unidad de área (m2).	Unidad de área (m2).	
Procedimiento	El procedimiento comienza con el estudio del terreno y la elaboración de un plano topográfico que permita conocer las características del terreno y su relieve. A partir de este plano, se realiza el trazado de la obra en el terreno, marcando con estacas y cuerdas los puntos de referencia y las dimensiones de la obra. Luego, se procede al replanteo, que consiste en verificar que las medidas y ubicaciones de los puntos de referencia sean las correctas.	

Fuente: (GAD Municipal de Babahoyo, 2023)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

- **Fresado en frío**

Tabla 55

Especificaciones técnicas del fresado en frío

Nombre del Rubro:		Fresado en frío
Descripción	La descripción se refiere a la tarea de restaurar el nivel del pavimento asfáltico debido al desgaste de su superficie, eliminando deformaciones e imperfecciones.	
Materiales		Equipos
Puntas de tungsteno, Bases de puntas (portapuntas)		Máquina fresadora autopropulsada, Herramienta menor.
Medición		Forma de pago
Unidad de área (m2).		Unidad de área (m2).
Procedimiento	El fresado del pavimento asfáltico debe llevarse a cabo a temperatura ambiente, evitando el uso de ablandadores que puedan alterar la composición de los agregados pétreos y las propiedades del asfalto existente. Además, es necesario contar con un equipo barredor para garantizar una limpieza adecuada después del fresado. Posteriormente, el material debe ser transportado al vertedero designado en el proyecto.	

Fuente: (GAD Municipal de Babahoyo, 2023)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

- **Ligante asfáltico**

Tabla 56

Especificaciones técnicas del ligante asfáltico

Nombre del Rubro:		Ligante asfáltico
Descripción	Este rubro consistirá en el suministro y distribución de material bituminoso, con aplicación de asfalto diluido tipo (MC) sobre la superficie de una base, que deberá hallarse con los anchos, alineamientos y pendientes indicados en los planos. En la aplicación del riego de imprimación está incluida la limpieza de la superficie inmediatamente antes de dicho riego bituminoso.	
Materiales		Equipos
Ap3 y diésel II		Herramienta menor
Medición	Forma de pago	
Unidad de área (m2).	Unidad de área (m2).	
Procedimiento	Para proceder al riego de ligante asfáltico, la superficie deberá estar ligeramente húmeda, y la distribución se realizará acorde a una longitud determinada y alineada, especificada en los planos de detalles. Inmediatamente antes de la distribución de asfalto deberá ser barrida y mantenerse limpia de cualquier material extraño; el Fiscalizador podrá disponer que se realice un ligero riego de agua antes de la aplicación del asfalto	

Fuente: (GAD Municipal de Babahoyo, 2023)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

- **Recapeo de carpeta asfáltica**

Tabla 57

Especificaciones técnicas de recapeo de carpeta asfáltica

Nombre del Rubro:		Recapeo de carpeta asfáltica
Descripción	La descripción hace referencia a la instalación de una capa de rodadura nueva sobre un pavimento de asfalto existente, con el objetivo de restaurar las propiedades funcionales del pavimento.	
Materiales		Equipos
AP3 y diésel I, mezcla asfáltica		Rodillo liso vibratorio, Camión distribuidor de asfalto, Herramienta menor.
Medición		Forma de pago
Unidad de volumen (m3).		Unidad de volumen (m3).
Procedimiento	La superficie en la que se realizará el trabajo debe ser preparada previamente mediante una limpieza adecuada. Posteriormente, se aplica una capa de liga para facilitar la colocación de la sobrecarpeta asfáltica. Finalmente, se compacta la superficie utilizando equipo especializado para garantizar una superficie uniforme y duradera.	

Fuente: (GAD Municipal de Babahoyo, 2023)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

- **Parqueo asfáltico**

Tabla 58

Especificaciones técnicas del parqueo asfáltico

Nombre del Rubro:		Parqueo asfáltico
Descripción	La tarea consiste en arreglar y sustituir secciones específicas del pavimento que estén dañadas, siempre y cuando solo afecten a la capa de asfalto.	
Materiales		Equipos
AP3 y diésel I, mezcla asfáltica		Rodillo liso vibratorio, Camión distribuidor de asfalto, Herramienta menor.
Medición		Forma de pago
Unidad de volumen (m3).		Unidad de volumen (m3).
Procedimiento	Se define el área a remover, marcándose con pintura de manera rectangular o cuadrada, abarcando toda la zona. Se aplica la mezcla asfáltica sobre la superficie, extendiéndose y nivelándola con rastrillos, asegurándose de que sobresalga aproximadamente 6 mm por encima del pavimento circundante y que los extremos coincidan con las líneas de corte de la zona. Luego, se compacta utilizando un rodillo neumático o liso.	

Fuente: (Metropolitano, s/f)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

- Asfalto mc para imprimación

Tabla 59

Especificaciones técnicas del asfalto mc para imprimación

Nombre del Rubro:		Asfalto mc para imprimación
Descripción	Este rubro consistirá en el suministro y distribución de material bituminoso, con aplicación de asfalto diluido tipo (MC) sobre la superficie de una base, que deberá hallarse con los anchos, alineamientos y pendientes indicados en los planos. En la aplicación del riego de imprimación está incluida la limpieza de la superficie inmediatamente antes de dicho riego bituminoso	
Materiales		Equipos
Ap3, Diesel II		Herramienta menor
Medición		Forma de pago
Unidad de área (m2).		Unidad de área (m2).
Procedimiento	El riego de imprimación podrá aplicarse solamente si la superficie cumple con todos los requisitos pertinentes de densidad y acabado. Inmediatamente antes de la distribución de asfalto deberá ser barrida y mantenerse limpia de cualquier material extraño; el Fiscalizador podrá disponer que se realice un ligero riego de agua antes de la aplicación del asfalto.	

Fuente: (GAD Municipal de Babahoyo, 2023)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

- **Superficie de pavimento de hormigón asfáltico mezclado en planta con un espesor de 5 cm**

Tabla 60

Especificaciones técnicas para superficie de pavimento de hormigón asfáltico mezclado en planta con un espesor de 5 cm

Nombre del Rubro:		Superficie de pavimento de hormigón asfáltico mezclado en planta con un espesor de 5 cm
Descripción	Consiste en la construcción de capas de rodadura de hormigón asfáltico constituido por agregados en la granulometría especificada, relleno mineral, si es necesario, y material asfáltico, mezclados en caliente en una planta central, y colocado sobre una base debidamente preparada o un pavimento existente, de acuerdo con lo establecido en los documentos contractuales.	
Materiales		Equipos
Hormigón asfáltico, agregados tipo A, B, C		Planta mezcladora, equipo de transporte, distribución de mezcla, compactación
Medición		Forma de pago
Unidad de área (m2).		Unidad de área (m2).
Procedimiento	El Contratista deberá presentar al Fiscalizador el diseño de la fórmula maestra de obra, preparada en base al estudio de los materiales que se propone utilizar en el trabajo. El Fiscalizador efectuará las revisiones y comprobaciones pertinentes, a fin de autorizar la producción de la mezcla asfáltica. Toda la mezcla del hormigón asfáltico deberá ser realizada de acuerdo con esta fórmula maestra, dentro de las tolerancias aceptadas en el numeral 405-5.04, salvo que sea necesario modificarla durante el trabajo, debido a variaciones en los materiales	

Fuente: (Dirección Distrital 09d05-Tarqui-1, 2023)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

- **Desalojo de material**

Tabla 61

Especificaciones técnicas para el desalojo de material

Nombre del Rubro:		Desalojo de material	
Descripción	El operador de la maquinaria debe tener su respectivo ayudante. Las personas involucradas en este trabajo deben de contar con los equipos de protección personal como gafas, guantes, cascos, etc. y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos.		
Materiales		Equipos	
		Volqueta, Herramienta menor	Retroexcavadora,
Medición		Forma de pago	
Unidad de volumen (m3).		Unidad de volumen (m3).	
Procedimiento	Este proceso puede requerir el uso de maquinaria pesada, como excavadoras o camiones volquete, y debe realizarse de acuerdo con las regulaciones ambientales y de seguridad aplicables.		

Fuente: (GAD Municipal de Babahoyo, 2023)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

- **Control de polvo (agua)**

Tabla 62

Especificaciones técnicas para el control de polvo (agua)

Nombre del Rubro:		Control de polvo (agua)
Descripción	El uso de agua para el control de polvo, junto con aditivos y tecnologías complementarias, es fundamental para mitigar los impactos del polvo en los sitios de construcción y garantizar un entorno de trabajo seguro y sostenible.	
Materiales		Equipos
Agua		Herramienta menor, Tanquero de agua
Medición		Forma de pago
Unidad de volumen (m3).		Unidad de volumen (m3).
Procedimiento	Son todas las actividades que se refieren a controlar, el polvo por medio del riego de agua en las zonas que generen afectación el mismo que es producido por causa de la obra durante la etapa de construcción, esta actividad se la realizó para no afectar la salud de las personas.	

Fuente: (GAD Municipal de Babahoyo, 2023)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

- **Cinta limitadora de peligro (incluye pitutos)**

Tabla 63

Especificaciones técnicas para cinta limitadora de peligro

Nombre del Rubro:		Cinta limitadora de peligro (incluye pitutos)
Descripción	La cinta de peligro es una cinta plástica que tiene grabado peligro continuamente de color amarillo la misma que se colocara en los perímetros de las áreas de peligro para evitar accidentes.	
Materiales		Equipos
Cinta limitadora de peligro, pitutos		Herramienta menor
Medición		Forma de pago
Unidad lineal (m).		Unidad lineal (m).
Procedimiento	Esta cinta es visible a gran distancia y puede ser utilizada para marcar de manera clara y efectiva áreas donde se requiere que las personas tomen precauciones o eviten el ingreso. Su colocación debe realizarse de manera estratégica y de acuerdo con las normativas de seguridad para garantizar la protección de los trabajadores y visitantes en el sitio de construcción.	

Fuente: (GAD Municipal de Babahoyo, 2023)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

4.5 Resultados

Basado en las consideraciones del método PCI, se pudo obtener el criterio de clasificación de condición de la av. General Barona en cada uno de sus tramos evaluados.

Tabla 64

Rangos de clasificación del PCI

Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

4.5.1 Estado actual del pavimento de la av. General Barona

Tabla 65

Resultados finales de la evaluación PCI en la Av. General Barona

Unidad de muestra	Abscisa		PCI	Condición
	Inicial	Final		
Tramo A-B	0+000	0+067	15.79	Muy malo
Tramo B-C	0+067	0+221	78.86	Muy bueno
Tramo C-D	0+221	0+305	68.00	Bueno
Tramo D-E	0+305	0+391	14.00	Muy malo
Tramo E-F	0+391	0+475	42.00	Regular
Tramo F-G	0+475	0+560	87.61	Excelente
Tramo G-H	0+560	0+646	88.00	Excelente
Tramo H-I	0+646	0+730	19.63	Muy malo
Tramo I-J	0+730	0+815	22.31	Muy malo
Tramo J-K	0+815	0+904	80.69	Muy bueno
Tramo K-L	0+904	0+993	80.99	Muy bueno
Tramo L-M	0+993	1+079	78.00	Muy bueno
Condición de la av General Barona (promedio)			56.32	Bueno

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

4.6 Propuesta

Con la finalidad de evaluar la viabilidad del proyecto, se presentan un presupuesto referencial y un cronograma valorado de trabajo tentativo que permitirán determinar los recursos necesarios y la duración aproximada del proyecto.

4.6.1 Análisis de precios unitarios para acciones recomendadas de reparación

Tabla 66

APUS para trazado, replanteo y nivelación

Nombre del rubro:		Trazado, replanteo y nivelación				
Fecha:				Unidad:	m2	
1	Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	C. Total	
	Cuartón semiduro	u	0.04	3.35	0.134	
	Tiras semiduras	u	0.04	1.63	0.065	
	Clavos 2-½"	kg	0.01	1.28	0.013	
	Cementina (saco=25kg)	saco	0.02	3.52	0.070	
Subtotal:					0.282	
2	Mano de obra	Cantidad	Jornal	Costo Hora	Rendimiento	C. Total
	Peón (Estruc. Ocup. E2)	2	4.05	8.01	0.071	0.575
	Maestro mayor (Estruc. Ocup. D2)	1	4.33	4.33	0.071	0.307
Subtotal:					0.882	
3	Equipo	Cantidad	Jornal	C. Hora	Rendimiento	C.T total
	Herramienta menor	5%				0.038
Subtotal:					0.038	
4	Transporte	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	C. Total	
					0.00	
Subtotal:					0.00	
Costo directo:					1.202	
Costo indirecto:					0.215	
Costo total:					1.48	

Fuente: GAD Municipal de Simón Bolívar, (2018)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

Tabla 67**APUS para demolición y retiro de carpeta asfáltica existente con fresadora**

Nombre del rubro:		Demolición y retiro de carpeta asfáltica existente con fresadora.				
Fecha:				Unidad:	m3	
1	Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	C. Total	
	Puntas de tungsteno	u	0.04	8.87	0.35	
	Bases de puntas (portapuntas)	u	0.01	18.21	0.18	
				Subtotal:	0.53	
2	Mano de obra	Cantidad	Jornal	C. Hora	Rendimiento	C. Total
	Operador barredora autopropulsada	1	4.33	4.33	0.0502	0.22
	Operador fresadora	1	4.55	4.55	0.0502	0.23
	Chofer (Estuc. Ocup. C1)	3	5.95	5.95	0.0502	0.90
	Ayudante de maquinaria (Estruc. Ocup. D2)	2	4.16	4.16	0.0502	0.42
					Subtotal:	1.77
3	Equipo	Cantidad	Jornal	C. Hora	Rendimiento	C. Total
	Fresadora	1	103.07	103.07	0.0502	5.17
	Volqueta de 12 m3	3	31.73	95.19	0.0502	4.78
	Escoba autopropulsada	1	21.91	21.91	0.0502	1.10
					Subtotal:	11.05
4	Transporte	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	C. Total	
					0.00	
				Subtotal:	0.00	
				Costo directo:	13.35	
				Costo indirecto:	2.92	
				Costo total:	16.27	

Fuente: GAD Municipal de Simón Bolívar, (2018)**Elaborado por:** Alban, V, y Manzano, C. (2023)

Tabla 68

APUS para demolición y retiro de carpeta asfáltica existente con fresadora

Nombre del rubro:		Ligante asfáltico				
Fecha:					Unidad:	m2
1	Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo total	
	Asfalto	lt	0.300	0.45	0.135	
	Diesel	lt	0.003	0.76	0.002	
				Subtotal:	0.14	
2	Mano de obra	Cantidad	Jornal	C. Hora	Rendimiento	C. Total
	Operador de equipo pesado	1	4.10	4.10	0.004	0.02
	Engrasador-abastecedor	1	4.10	4.10	0.004	0.02
	Peón (Estruc. Ocup. E2)	1	4.05	4.05	0.004	0.02
				Subtotal:	0.06	
3	Equipo	Cantidad	Jornal	C. Hora	Rendimiento	Costo total
	Distribuidor de asfalto	1	50.00	50.00	0.004	0.20
	Escoba autopropulsada	1	21.91	21.91	0.004	0.11
				Subtotal:	0.31	
4	Transporte	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo total	
	Asfalto	lt	0.300	0.059	0.02	
				Subtotal:	0.02	
				Costo directo:	0.53	
				Costo indirecto:	0.11	
				Costo total:	0.64	

Fuente: EP-CONST, (2021)**Elaborado por:** Alban, V, y Manzano, C. (2023)

Tabla 69

APUS para Recapeo de carpeta asfáltica e: 1 1/2'

Nombre del rubro:		Recapeo de carpeta asfáltica e: 1 1/2'.				
Fecha:		Unidad:			m3	
1	Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo total	
	Piedra 3/4	m3	0.027	19.00	0.51	
	Piedra 3/8	m3	0.033	19.00	0.63	
	Arena fina	m3	0.048	19.00	0.91	
	Asfalto	lt	13.890	0.45	6.25	
	Aditivo de adherencia	kg	0.053	4.20	0.22	
	Diesel	lt	0.175	0.76	0.13	
				Subtotal:	8.65	
2	Mano de obra	Cantidad	Jornal	Costo Hora	Rendimiento	Costo total
	Operador de finisher	1	4.33	4.33	0.004	0.02
	Operador de rodillo	2	4.33	8.66	0.004	0.03
	Operador de planta de asfalto	1	4.33	4.33	0.004	0.02
	Peón (Estruc. Ocup. E2	8	4.05	32.40	0.004	0.13
				Subtotal:	0.20	
3	Equipo	Cantidad	Jornal	C. Hora	Rendimiento	C. Total
	Finisher	1	32.95	32.95	0.004	0.13
	Rodillo vibratorio	1	56.38	56.38	0.004	0.23
	Rodillo neumático	1	37.53	37.53	0.004	0.15
	Planta asfalto	1	350.00	350.00	0.004	1.40
				Subtotal:	1.91	
4	Transporte	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo total	
	Transporte de mezcla asfáltica	m3	4.80	0.24	1.15	
	Ac20	kg	13.89	0.02	0.28	
				Subtotal:	1.43	
				Costo directo:	12.19	
				Costo indirecto:	2.44	
				Costo total:	14.63	

Fuente: GAD Provincial de Santa Elena, (2020)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

Tabla 70**APUS para Bacheo Asfáltico**

Nombre del rubro:		Bacheo asfáltico				
Fecha:					Unidad:	m3
1	Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo total	
	Asfalto	lt	12	0.45	5.40	
	Mezcla asfáltica en planta	m3	1.35	91.74	203.85	
Subtotal:					129.25	
2	Mano de obra	Cantidad	Jornal	Costo Hora	Rendimiento	Costo total
	Operador de fresadora	1	3.25	3.25	0.2632	0.86
	Operador de minicargadora	1	3.18	3.18	0.2632	0.84
	Peón (Estruc. Ocup. E2)	5	4.05	20.25	0.2632	5.33
	Chofer con licencia E (Estruc. Ocup. C1)	1	5.95	5.95	0.2632	1.57
Subtotal:					8.60	
3	Equipo	Cantidad	Jornal	C. Hora	Rendimiento	C. Total
	Volqueta de 6 m3	1	24	24.00	0.2632	6.32
	Compactador mecánico	1	4	4.00	0.2632	1.05
	Minicargadora	1	39.47	39.47	0.2632	10.39
	Fresadora	1	103.07	103.07	0.2632	27.13
Subtotal:					44.89	
4	Transporte	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo total	
					0.00	
Subtotal:					0.00	
Costo directo:					182.74	
Costo indirecto:					36.55	
Costo total:					219.29	

Fuente: GAD Provincial del Azuay, (2017)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

Tabla 71**APUS de Asfalto mc para imprimación**

Nombre del rubro:		Asfalto mc para imprimación				
Fecha:		Unidad:			m2	
1	Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo total	
	Diesel	lt	0.3000	0.76	0.23	
	Asfalto	lt	0.7500	0.45	0.34	
	Polvo de trituración	m3	0.0010	16.00	0.02	
Subtotal:					0.59	
2	Mano de obra	Cantidad	Jornal	Costo Hora	Rendimiento	Costo total
	Operador de distribuidor de agregados	1	3.18	3.18	0.0011	0.00
	Operador de escoba mecánica	1	3.05	3.05	0.0011	0.00
	Peón (Estruc. Ocup. E2)	4	4.05	16.20	0.0011	0.02
	Chofer con licencia E (Estruc. Ocup. C1)	1	5.95	5.95	0.0011	0.01
Subtotal:					0.03	
3	Equipo	Cantidad	Jornal	C. Hora	Rendimiento	C. Total
	Distribuidor de asfalto	1	50.00	50.00	0.0011	0.06
	Escoba mecánica	1	25.00	25.00	0.0011	0.03
	Volqueta de 6 m3	1	24.00	24.00	0.0011	0.03
Subtotal:					0.12	
4	Transporte	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo total	
	Transporte de áridos	m3	0.0010	0.25	0.02	
Subtotal:					0.02	
Costo directo:					0.76	
Costo indirecto:					0.13	
Costo total:					0.89	

Fuente: GAD Provincial del Azuay (2017)**Elaborado por:** Alban, V, y Manzano, C. (2023)

Tabla 72

APUS de Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta de $e = 5\text{cm}$.

Nombre del rubro:		Superficie de pavimento de hormigón asfáltico mezclado en planta con un espesor de 5 cm				
Fecha:		Unidad:	m2			
1	Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo total	
	Cemento asfáltico	lt	7.20	0.28	2.016	
	Material para carpeta granular 12 mm	m3	0.063	15.54	0.979	
	Material para carpeta fino cribado	m3	0.005	8.77	0.043	
	Diesel	lt	1.50	0.76	1.140	
	Aditivo de adherencia asfáltica	lt	0.07	4.97	0.338	
				Subtotal:	4.516	
2	Mano de obra	Cantidad	Jornal	Costo Hora	Rendimiento	Costo total
	Op. Planta asfáltica (Grupo 1)	1	4.33	4.33	0.0058	0.0251
	Op. Cargadora frontal (Grupo 1)	1	4.33	4.33	0.0058	0.0251
	Op. Acabadora pav. asfáltico (Grupo 2)	1	4.33	4.33	0.0058	0.0251
	Op. Rodillo (Grupo 2)	2	4.33	8.66	0.0058	0.0502
	Engrasador o abastecedor (Estruc. Ocup. D2)	1	4.10	4.10	0.0058	0.0238
	Maestro de obra (Estruc. Ocup. E2)	1	4.33	4.33	0.0058	0.0251
	Peón (Estruc. Ocup. E2)	5	4.05	20.25	0.0058	0.1175

Subtotal: 0.2919

3	Equipo	Cantidad	Jornal	C. Hora	Rendimiento	C. Total
	Planta de asfalto	1	0.015	0.015	1.0000	0.0146
	Planta Eléctrica	1	114.48	114.48	0.0058	0.6640
	Finisher asfalto	1	32.95	32.95	0.0058	0.1911
	Rodillo Liso Vibratorio	1	56.38	56.38	0.0058	0.3270
	Rodillo Neumático	1	37.55	37.55	0.0058	0.2178
	Mini Cargadora Frontal	1	39.47	39.47	0.0058	0.2289
	Herramienta menor	5%				0.0981
					Subtotal:	1.7415

4	Transporte	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo total
	Asfalto	lt	8.00	0.059	0.472
				Subtotal:	0.472
				Costo directo:	7.0214
				Costo indirecto:	1.4043
				Costo total:	8.43

Fuente: Direccion Distrital 09d05-Tarqui-1 (2023)

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

Tabla 73

APUS de desalojo de material

Nombre del rubro:		Desalojo de material				
Fecha:					Unidad:	m3
1	Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo total	
						0.00
Subtotal:						0.00
2	Mano de obra	Cantidad	Jornal	Costo Hora	Rendimiento	Costo total
	Peón (Estruc. Ocup. E2)	2	4.05	8.10	0.047	0.381
	Chofer con licencia E (Estruc. Ocup. C1)	1	5.95	5.95	0.047	0.280
	Op. Cargadora Frontal (Grupo 1)	1	4.33	4.33	0.047	0.204
Subtotal:						0.865
3	Equipo	Cantidad	Jornal	C. Hora	Rendimiento	C. Total
	Volqueta de 12 m3	3	31.73	95.19	0.0502	4.780
	Mini Cargadora	1	39.47	39.47	0.0058	0.229
	Herramienta menor	5%				0.221
Subtotal:						5.230
4	Transporte	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo total	
						0.00
Subtotal:						0.00
Costo directo:						6.095
Costo indirecto:						1.023
Costo total:						7.12

Fuente: Insucons (s/f)**Elaborado por:** Alban, V, y Manzano, C. (2023)

Tabla 74

APUS de Control del polvo (agua).

Nombre del rubro:		Control del polvo (agua).				
Fecha:		Unidad:			m3	
1	Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo total	
	Agua para control de polvo	m3	1	3.10	3.10	
Subtotal:					3.10	
2	Mano de obra	Cantidad	Jornal	Costo Hora	Rendimiento	Costo total
	Chofer (Estruc. Ocup. C1)	1	5.95	5.95	0.088	0.52
Subtotal:					0.52	
3	Equipo	Cantidad	Jornal	C. Hora	Rendimiento	C. Total
	Tanquero	1	19.59	19.59	0.088	1.72
Subtotal:					1.72	
4	Transporte	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo total	
					0.00	
Subtotal:					0.00	
Costo directo:					5.34	
Costo indirecto:					1.17	
Costo total:					6.51	

Fuente: MTOP Tulcan, (2023)**Elaborado por:** Alban, V, y Manzano, C. (2023)

Tabla 75

Cinta limitadora de peligro (incluye pitutos)

Nombre del rubro:		Cinta limitadora de peligro (incluye pitutos)				
Fecha:		Unidad:			m	
1	Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo total	
	Cinta plástica de peligro	m	1	0.20	0.20	
	Hormigón pobre	m3	0.036	8.33	0.30	
	Caña	u	0.50	1.20	0.60	
				Subtotal:	1.10	
2	Mano de obra	Cantidad	Jornal	Costo Hora	Rendimiento	Costo total
						0.00
				Subtotal:	0.00	
3	Equipo	Cantidad	Jornal	C. Hora	Rendimiento	C. Total
						0.00
				Subtotal:	0.00	
4	Transporte	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo total	
					0.00	
				Subtotal:	0.00	
				Costo directo:	1.10	
				Costo indirecto:	0.27	
				Costo total:	1.37	

Fuente: MTOP Tulcan, (2023)**Elaborado por:** Alban, V, y Manzano, C. (2023)

4.6.2 Presupuesto referencial

Tabla 76

Presupuesto referencial

Presupuesto referencial para restauración de la av. General Barona					
No	Descripción del rubro	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio total
Obras preliminares					
1	Trazado, replanteo y nivelación.	m2	3041.77	1.48	4501.82
2	Demolición y retiro de carpeta asfáltica existente con fresadora.	m3	304.18	16.27	4949.01
Estructura vial					
3	Ligante asfáltico.	m2	13.25	0.64	8.48
4	Recapeo de carpeta asfáltica e: 1 1/2'.	m3	51.62	14.63	755.20
5	Bacheo asfáltico.	m3	90.24	219.29	19788.73
6	Asfalto mc para imprimación.	m2	13.25	0.76	10.07
7	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta de e=5 cm (2").	m2	13.25	8.43	111.70
8	Desalojo de material.	m3	304.18	7.12	2165.76
Impactos ambientales					
9	Control del polvo (agua).	m3	60.84	6.51	396.07
10	Cinta limitadora de peligro (incluye pitutos).	m	1013.92	1.37	1389.07
				Total	34075.91

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

4.6.3 Cronograma valorado de trabajo

Tabla 77

Cronograma valorado de trabajo

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJO				Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	
Obras preliminares								
1	Grizado, replanteo y nivelación,	m2	3041.77	1.48	\$ 4,501.82	\$ 2,250.91	\$ 2,250.91	
2	Remoción y retiro de carpeta asfáltica existente con fresadora,	m3	304.18	16.27	\$ 4,949.01	\$ 2,474.50	\$ 2,474.50	
Estructura vial								
3	Ligante asfáltico,	m2	13.25	0.64	\$ 8.48		\$ 8.48	
4	Recapeo de carpeta asfáltica e: 1 ½",	m3	51.62	14.63	\$ 755.20		\$ 377.60	
5	Bacheo asfáltico,	m3	90.24	219.29	\$19,788.73	\$ 6,596.24	\$ 6,596.24	
6	Asfalto mc para imprimación,	m2	13.25	0.76	\$ 10.07	\$ 3.36	\$ 3.36	
7	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta de e=5 cm (2"),	m2	13.25	8.43	\$ 111.70	\$ 37.23	\$ 37.23	
8	Desalojo de material,	m3	304.18	7.12	\$ 2,165.76	\$ 541.44	\$ 541.44	
Impactos ambientales								
9	Control del polvo (agua),	m3	60.84	6.51	\$ 396.07	\$ 99.02	\$ 99.02	
10	Cinta limitadora de peligro,	m	1013.92	1.37	\$ 1,389.07	\$ 347.27	\$ 347.27	
Total					\$34,075.91			
TOTAL MENSUAL PLANIFICADO					\$5,713.14	\$12,349.97	\$ 8,010.64	\$ 8,002.16
% MENSUAL PLANIFICADO					\$5,713.14	\$18,063.11	\$26,073.75	\$34,075.91
TOTAL ACUMULADO PLANIFICADO					16.77%	36.24%	23.51%	23.48%
% ACUMULADO PLANIFICADO					16.77%	53.01%	76.52%	100.00%

Elaborado por: Alban, V, y Manzano, C. (2023)

CONCLUSIONES

- Se identificaron con claridad las diferentes tipologías de fallas existentes en la av. General Barona, dando como resultado la presencia de 12 de las 19 clases de desperfectos, las mismas que fueron clasificadas según su nivel de severidad reflejando una cantidad de 9 con gravedad “low”; 6 “medium” y 3 “high”, esto debido a que al menos 5 fallas presentaron más de un distinto grado de impacto.
- Se realizó con puntualidad una guía de medidas recomendadas para el control de fallas, considerando diversas opciones de reparación y sus especificaciones técnicas pertinentes. Entre las que destacaron se encuentran: sellado de grietas; parcheo; fresado en frío; aplicación de sobrecarpeta asfáltica o reconstrucción parcial, todas estas alternativas están repartidas a lo largo de los tramos de muestreo seleccionados.
- Se elaboró un presupuesto referencial y un cronograma valorado de trabajo como propuesta para un mantenimiento preventivo-correctivo de la vía. Basado en un total de 10 rubros de proceso de ejecución de obra, se dió como resultado una estimación de \$34,075.91 dólares americanos repartidos para periodo de 4 semanas, puesto que esta avenida forma parte de una de las rutas más concurridas de los babahoyense y debe ser intervenida por tramos o secciones estratégicos para evitar agravar el flujo vehicular.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a los futuros investigadores y estudiantes de las diferentes ramas de la ingeniería civil:

- Planificar minuciosamente los horarios en los que se recabará información en la vía objeto de estudio, principalmente evitando jornadas de congestionamientos vehiculares. Sin embargo, es importante encontrar un equilibrio al momento de seleccionar el itinerario en el que haya cierta actividad en la zona (lo suficiente para garantizar la seguridad de los investigadores en un hipotético caso delictivo), pero no tan concurrido como para afectar la tarea de recolección.
- Priorizar las acciones de conservación en los tramos de la avenida General Barona en función de su clasificación de condición según el PCI. Es decir, enfocar los recursos en los tramos con clasificaciones de condición más bajas (Fallado, Malo, Muy Malo o Regular) para mejorar la eficiencia en la gestión del mantenimiento vial.
- Mantener actualizada la guía de medidas recomendadas para el control de fallas, dado que la ingeniería avanza constantemente y cada año surgen nuevos hallazgos que pueden ser más efectivos que los actuales. A su vez, es necesario realizar chequeos periódicos, puesto que es posible que otras partes de la vía se degraden con el pasar del tiempo. Este resultado proveerá un recurso invaluable para los encargados del mantenimiento de la vía, ofreciendo soluciones concretas y detalladas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alberto, L. C. D., & Angel, S. R. M. (2022). REHABILITACIÓN DE LA VÍA PUERTO PECHICHE Y CRUCE A VINCES – MOCACHE CANTÓN PUEBLOVIEJO, PROVINCIA DE LOS RÍOS [UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL]. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/5350/1/T-ULVR-4339.pdf>
- Almeida Giler, L. M. (17 de Febrero de 2022). Repositorio UNESUM. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3487>
- Andrade, D., Hernández, K. D., & Salomón, M. L. (2020). Revisión de las metodologías de evaluación y tipos de rehabilitación de las patologías presentes en pavimentos flexibles [Universidad Cooperativa de Colombia]. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/b6a895c5-0b31-466d-a465-c2fa94d0d4e2/content>
- Cantuarias Cepeda, L. C., & Watanabe Ibañez, J. R. (2017). Repositorio UPAO. (UPAO, Ed.) Obtenido de <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/3589>
- Consecuencias del asfalto en mal estado de conservación. (15 de March de 2023). Recuperado el 16 de June de 2023, de Ecoasfalt: <https://www.ecoasfalt.es/consecuencias-del-asfalto-en-mal-estado-de-conservacion/>
- Corporación de Estudios y Publicaciones. Titular Derivado. (01 de 07 de 1964). Ley de Caminos y Reglamento. 8. Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de <https://isbn.cloud/9789978861240/ley-de-caminos-y-reglamento/>
- Correa, M. A., & del Carpio, L. G. (Julio de 2019). Evaluación PCI y propuesta de intervención para el pavimento flexible del jirón Los Incas de Piura. Piura, Perú: Repositorio Institucion Pirhua. Obtenido de <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4162>
- Cubero, J. R. (s.f.). Raipintores. Obtenido de <https://www.raipintores.com/blog/pavimento-semi-flexible/>

Daniel, I. W. (2002). Guía 2002 AASHTO Diseño de pavimentos nuevos y rehabilitados rehabilitados. Roberto Parker Soto. Obtenido de <https://dokumen.tips/documents/guia-aashto-2002.html?page=1>

DELGADO, G. S., & MARCILLO, R. A. (Octubre de 2021). EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA RED VIAL DE LA URBANIZACIÓN ECOCITY UBICADA EN LA VÍA A DAULE KM 14.5, GUAYAQUIL, PARA DETERMINAR MEDIDAS DE REPARACIÓN EN LA CAPA DE RODADURA O DE REFUERZO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO. Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/57336>

DIRECCION DISTRITAL 04D01 SAN PEDRO HUACA TULCAN CARCHI MTOP. (2023). REHABILITACIÓN DE LA RVE E187, TRAMO BOLÍVAR – EL ÁNGEL – MIRA – MASCARILLA, UBICADA EN LA PROVINCIA DEL CARCHI, FASE 1 L= 34.9 KM. Sistema Oficial de Contratación Pública (SERCOP). https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=qCZOqU8Y0Axs_pdk8Cc-0b_iv_Hx00yiTw5fWEnJKxqk,#

Direccion Distrital 09d05-Tarqui-1, T.-G.-M. (2023). CONSERVACIÓN DEL COMPLEJO DE PUENTES DE LA UNIDAD NACIONAL, UBICADOS EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS. Sistema Oficial de Contratación Pública (SERCOP). https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=qCZOqU8Y0Axs_pdk8Cc-0b_iv_Hx00yiTw5fWEnJKxqk

Ecoasfalt. (15 de Marzo de 2018). Ecoasfalt. Obtenido de <https://www.ecoasfalt.es/consecuencias-del-asfalto-en-mal-estado-de-conservacion/>

EP-CONST. (2021). CONSTRUCCIÓN DEL PASO DEPRIMIDO, UBICADO EN EL SECTOR LA VIRGEN, INTERSECCIÓN DE LAS CALLES GALÁPAGOS, AV. QUEVEDO Y CALLE PEDRO VICENTE MALDONADO, DEL CANTÓN SANTO DOMINGO. Empresa Pública de Construcciones, Vivienda y de Aseo

de Santo Domingo EP-CONST. https://epconst.gob.ec/aliados-estrategicos/PasoDeprimido_APU_VAE.pdf

Farro, A. (2023, febrero 17). Fallas de los pavimentos flexibles.

CONSTRUNEIC. <https://construneic.com/pavimentos/fallas-de-los-pavimentos-flexibles/>

GADPA. (2013). MEJORAMIENTO VIAL A NIVEL DE ASFALTO EN VIAS INTERCANTONALES E INTERPARROQUIALES PRODUCTIVAS DE LA PROVINCIA DEL AZUAY.- CARRETERAS: 1.- LARAMADA-NABON; 2.- GIRÓN-SAN FERNANDO; 3.- CHORDELEG-PRINCIPAL; Y, 4.- GUALACEO-UZHAR-SAN JUAN, EN UNA LONGITUD ESTIMADA DE 54.60 km.". Sistema Oficial de Contratación Pública (SERCOP).

GADPSE. (2014). COTO-GADPSE-06-2014: No. Rubro / Descripción Unidad Cantidad Precio Unitario Precio Global.

Scribd. <https://es.scribd.com/document/475040177/8627853-xlsx>

García, L. A. (11 de Octubre de 2022). Evaluación del pavimento método pavement condition index en la vía urbana Víctor Manuel Rendón tramo entre Quito y 5 de Junio, ciudad Jipijapa. Jipijapa, Manabí, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/4284>

Gobierno Autonomo Descentralizado Municipal Canton Simon Bolivar. (2018). ONSTRUCCION DE UN PUENTE VEHICULAR DE H. A. ESTERO EL ARENERO DOMINGO CANTON SIMON BOLIVAR PROVINCIA DEL GUAYAS. <https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/bajarArchivo.cpe?Archivo=5t3XXfLM3Tyt3a0e3Bp5oprYGAbauU891KG1y15hFkhQ>

Gobierno Nacional de Ecuador. (2013). NORMA PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS VIALES (12 ed., Vol. 2). Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Obtenido de https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.pdf

- González-Fernández, H., Ruiz-Caballero, P., & Guerrero-Valverde, D. (2019). Propuesta de metodología para la evaluación de pavimentos mediante el Índice de Condición del Pavimento (PCI). Redalyc, 58-72. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181358738015>
- Gonzales Herrera, J. E., & Tarrillo Quispe, E. I. (2020). Repositorio USMP. (USMP, Ed.) Obtenido de <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/6800>
- LanammeUCR, U. d. (2021). Guía para la inspección y reparación de deterioro en pavimentos de concreto hidráulico. Obtenido de <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/2223/gu%C3%ADa%20reparaci%C3%B3n.pdf?sequence=8>
- Ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial. (13 de 08 de 2008). 1. Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de <https://isbn.cloud/9789978867785/ley-organica-de-transporte-terrestre-transito-y-seguridad-vial/>
- Metropolitano, S. (s/f). CAP. No 12 - ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MANTENIMIENTO Y RECONSTRUCCIÓN DE VÍAS (CONSERVACIÓN). Recuperado el 20 de enero de 2024, de <http://pavimentacion.metropolitana.minvu.cl/doc/MPALL/mpall3docs/Cap%2012%20Especificaciones%20Tecnicas%20de%20Mantenimiento%20y%20Reconstruccion%20de%20Vias.pdf>
- Moncada Solórzano, N. G., & Ulloa Coloma, D. L. (Octubre de 2022). Repositorio UG. (U. d. Guayaquil, Ed.) Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/64951>
- Partículas en suspensión y Salud - Página de Salud Pública del Ayuntamiento de Madrid. (s.f.). Recuperado el 16 de June de 2023, de Madrid Salud: <https://madridsalud.es/particulas-en-suspension-y-salud/>

Tacza Herrera, E. B., & Rodríguez Paez, B. O. (18 de Junio de 2018). Repositorio UPC. (UPC, Ed.) Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/624556>

Vásquez Varela, L. R. (2002). PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS. LUIS RICARDO VÁSQUEZ VARELA. Obtenido de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>

WISE. (s.f.). Obtenido de <https://blog.vise.com.mx/qu%C3%A9-es-un-pavimento-flexible-y-cu%C3%A1ndo-conviene-usarlo>

Zuluaga, S. A. (2019). SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SEVERIDAD DE DAÑOS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES PARA DETERMINAR POSIBLES INTERVENCIONES [UNIVERSIDAD EIA]. <https://repository.eia.edu.co/server/api/core/bitstreams/300316c6-97ad-4e12-ab4c-d83812fac9b9/content>

ANEXOS

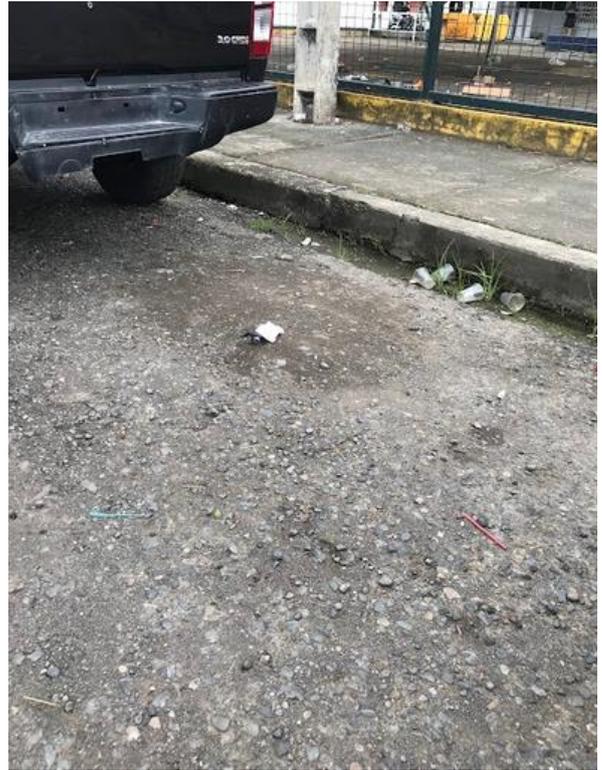
ANEXO 1: Recopilación de datos en la avenida General Barona



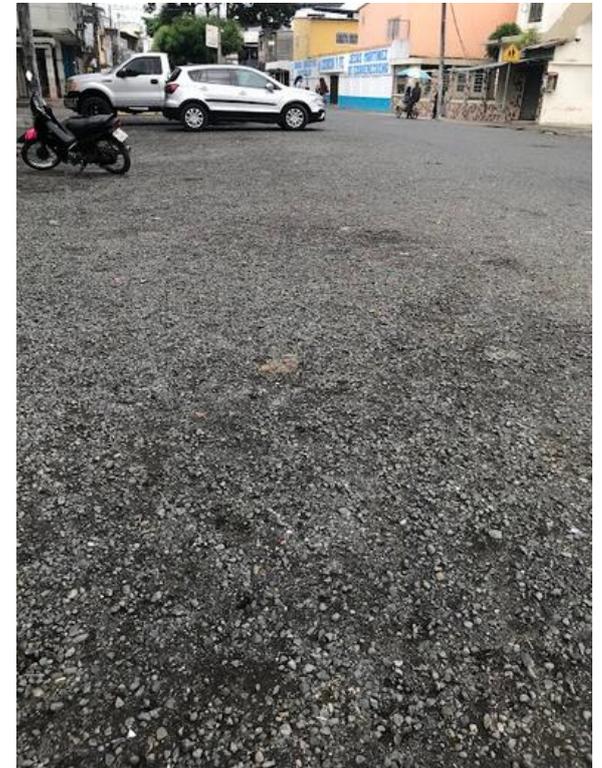
ANEXO 2: Medición de huecos presentes en la avenida General Barona



ANEXO 3: Fallas presentes en el Tramo A-B



ANEXO 4: Fallas presentes en el Tramo B-C



ANEXO 5: Fallas presentes en el Tramo C-D



ANEXO 6: Fallas presentes en el Tramo D-E



ANEXO 7: Fallas presentes en el Tramo E-F



ANEXO 8: Fallas presentes en el Tramo F-G



ANEXO 9: Fallas presentes en el Tramo H-I



ANEXO 10: Fallas presentes en el Tramo I-J



ANEXO 11: Fallas presentes en el Tramo J-K



ANEXO 12: Fallas presentes en el Tramo K-L



ANEXO 13: Fallas presentes en el Tramo L-M

