



**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**

**LINEAMIENTOS GENERALES PARA  
EL CONTROL DE CALIDAD DE LA  
VIALIDAD EN VENEZUELA. CASO ESTUDIO  
AV. CUATRICENTERARIA, MUNICIPIO  
VALENCIA, EDO. CARABOBO.**

**Autor:** Miguel A. Bohorquez G.

**C.I.:** V-19.641501

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego  
Teléfono: (0241) 8714240 – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**LINEAMIENTOS GENERALES PARA EL CONTROL DE CALIDAD  
DE LA VIALIDAD EN VENEZUELA. CASO ESTUDIO  
AV. CUATRICENTERARIA, MUNICIPIO VALENCIA,  
EDO. CARABOBO.**

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar el título de  
**INGENIERO CIVIL.**

**Autor:** Miguel A. Bohorquez G.

**C.I.:** V-19.641501

**Tutor:** Alejandro F. Pocaterra B.

**C.I.:** V-7.109.571

San Diego, Julio de 2018



Universidad José Antonio Páez  
Facultad de Ingeniería

---

FI-CV-012-2018-1

Valencia. 30 de Mayo de 2018

Ciudadano:

**Bohorquez Miguel**

**C.I. 19.641.501**

Presente.-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 1-2018 de fecha **30/05/2018** aprobó el proyecto trabajo de grado titulado “**LINEAMIENTOS GENERALES PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA VIALIDAD EN VENEZUELA. CASO ESTUDIO AV. CUATRICENTENARIA, MUNICIPIO VALENCIA, EDO. CARABOBO.**” Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Se ratifica la designación del Ing. Alejandro Pocaterra C.I. 7.109.571 y la Ing. Alicia Yáñez de Pizzella, C.I. 4.598.880 como Tutores Académicos que lo asesorarán en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

**Prof. Zulay Salcedo**  
**Decana de la Facultad de Ingeniería**



c. c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

ZS/fr



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

### ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ing. Alejandro F. Pocaterra B; portador de la cédula de identidad N° V-7.109.571, en mi carácter como tutor académico, hace constar que ha leído el Proyecto del Trabajo de Grado, presentado por el ciudadano Miguel A. Bohorquez G; portador de la cédula de identidad N° V-19.641.501, titulado **“LINEAMIENTOS GENERALES PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA VIALIDAD EN VENEZUELA. CASO ESTUDIO AV. CUATRICENTENARIA, MUNICIPIO VALENCIA, EDO. CARABOBO”**, presentado como requisito parcial para optar al título de **Ingeniero Civil**, y acepta la tutoría del mencionado Proyecto durante su etapa de desarrollo hasta su elaboración y evaluación, según las condiciones de la Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería de Universidad José Antonio Páez y sus correspondientes Reglamentos.

En San Diego, a los 23 días del mes de Julio del año 2018.

Firma

Ing. Alejandro F. Pocaterra B.

C.I.: V-7.109.571



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

### ACTA DE REVISIÓN METODOLÓGICA DEL TRABAJO DE GRADO

Quienes subscriben en Acta, dejan constancia que el Proyecto de Trabajo de Grado titulado, **“LINEAMIENTOS GENERALES PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA VIALIDAD EN VENEZUELA. CASO ESTUDIO AV. CUATRICENTENARIA, MUNICIPIO VALENCIA, EDO. CARABOBO”**, ha sido revisado, y cumpliendo con los requerimientos exigidos para su aprobación, recomendando su tramitación ante el organismo académico correspondiente para la defensa del mismo.

Ing. Alejandro F. Pocaterra B.  
Tutor Académico

Firma

23 - 07 - 18

Fecha

Ing. Alicia De Pizzella  
Tutora Metodológica

Firma

23 - 07 - 18

Fecha

## DEDICATORIA

### ***A mi madre, Morelba.***

*Por ser fuente de amor, cariño y comprensión en todo momento, tanto en las buenas como en las malas, por luchar y sacrificar cada día de su vida para darme lo mejor de sí y hacerme un hombre de bien.*

### ***A mi padre, Oscar.***

*Por esforzarse día tras días para brindarme la mejor educación, producto de su arduo trabajo y así enseñarme el valor del mismo, por inculcarme valores como la honestidad y el respeto, valor que hoy mereces por ser una persona intachable y dedicada siempre a nuestra familia.*

### ***A mi madrina, Sofía.***

*Por ser mi segunda madre, por entregarme su amor y cariño sin medida, siempre dedicada a verme triunfar y no dejarme vencer por los obstáculos en mi camino hacia esta meta brindando su apoyo en todo momento.*

### ***A mis hermanas, Mariangel, Marialejandra, María Andreina y Marianni.***

*Por ser parte de mi vida, del día a día en el hogar, porque a pesar de las diferencias siempre están ahí para mí, apoyándome. Por regalarme el más tierno abrazo en los momentos más duros e inspirarme a salir adelante ante cualquier situación.*

### ***A mi familia, Bohorquez Garcia.***

*A mis tíos y primos por no perder la fe en mí, por ayudar a superarme con mucho amor, cariño, por estar siempre pendientes de mí evolución académica y soportar la larga espera para verme cerrar con orgullo este importante capítulo de mi vida.*

### ***A mis abuelos, Eugenio y Josefa.***

*Que siempre soñaron con verme cumplir esta meta académica, lamentablemente hoy no me acompañan físicamente, pero su recuerdo siempre está presente en mi mente y en mi corazón, el gran amor que sembraron en mí, especialmente Josefa. En honor a su alma este trabajo de grado, sé que su bendición me acompaña siempre.*

Atte.: Miguel A. Bohorquez G.

## AGRADECIMIENTOS

### ***A Dios.***

*Por darme la fuerza para seguir luchando, iluminar mi camino cuando me sentía perdido y no dejarme perder la esperanza de alcanzar esta importante meta.*

### ***A mis padres, Morelba y Oscar.***

*Por darme la vida, por su amor a plenitud, por sus sacrificios, por no dejar de creer en mí y no permitir que perdiera el rumbo en este largo transitar, gracias por sus consejos en los momentos que más los necesitaba y ser pilares indispensables para no desistir en la batalla.*

### ***A mi madrina, Sofía.***

*Por el increíble apoyo brindado a lo largo de la carrera, apostando a la mejor preparación que pudiera tener para egresar como ingeniero civil de la Universidad José Antonio Páez, por sus consejos en las largas pláticas a distancia, haciéndome entender que no estaba solo y podía contar con ella para todo lo que fuese necesario, además del inmenso cariño que en mí derrama.*

### ***A mis tíos, Ana, Eugenio, Marcial, Mary y Nelly.***

*Por su apoyo tanto emocional como económico en este largo transitar, por las llamadas a larga distancia para motivarme a seguir adelante, por todas las oraciones a Dios para verme al fin, cumpliendo una meta más en mi vida, por brindarme los mejores consejos y palabras de aliento en momentos difíciles de mi carrera profesional como ingeniero, además, por nunca dejar de creer en mi capacidad de lograr las cosas.*

### ***A mi familia, Bohorquez García.***

*Por su cariño, su amor, su apoyo incondicional en todo momento, por motivarme a seguir hacia adelante y ayudarme a cumplir todas las metas propuestas.*

### ***A mi novia, Maria Grazzia.***

*Por ser y estar, por apoyarme y acompañarme en todo momento, tanto en los buenos como los no tan buenos, por ser ese pilar fundamental que me mantiene de pie en los momentos difíciles y no me dejarme caer, por el amor, el cariño y la paciencia infinita para verme cumplir una nueva meta.*

***A la familia Bergoderi Gil.***

*Sr. Jorge y Sra. Jeannette, padres de Maria Grazzia, por abrirme las puertas de su hogar y poder utilizarlo como sitio de estudio, investigación y elaboración de mi trabajo de grado, brindando la mejor atención y el cariño posible en todo momento.*

***A mis compañeros de estudio y amigos.***

*Ana Gabriela O., Alberto M., Andrés C., Carlos A., Carlos F., David B., Emilio L., Eliana T., Francisco R., Luigi E., Maria Fernanda M., Marielcy S., Miguel F., José Daniel T., José Rafael R., Juan José N., Juan Manuel C., Oscar M., Pedro F., Rubén F., Santiago R., Thalía M., Wilfredo N., Xavier P., entre otros, por el apoyo en las buenas y malas, por los buenos recuerdos, los momentos de traspaso, preocupación y finalmente de alegría por haber resuelto todos aquellos “problemas” que nos causaron dolores de cabeza, por el cariño compartido dentro y fuera del salón de clases, por los chistes, por las risas a granel y los populares “Jueves de Remanso”, entre otras actividades extracurriculares que hicieron de mi paso por la universidad, una de las mejores experiencias de mi vida.*

***A mis tutores, Ing. Alejandro Pocaterra e Ing. Alicia de Pizzella***

*Por su extraordinaria labor de apoyarme en la elaboración de este trabajo de investigación, Alejandro por su entrega, disposición y paciencia para transmitir todo su amplio conocimiento en las diferentes áreas de la ingeniería civil y guiarme a realizar un trabajo de calidad, Alicia por la voluntad y disposición para ayudar metodológicamente a la elaboración del mismo.*

***A mis profesores de la Facultad.***

*Angel M., Emerly C., Manuel F., Luisana P., Joel C., Reynaldo R., por su extraordinaria labor de impartir sus conocimientos, dando lo mejor para preparar personas capacitadas que como ingenieros civiles tengan la capacidad de afrontar situaciones con criterio y profesionalismo.*

***A mi alma mater, Universidad José Antonio Páez.***

*Por brindarme un espacio para mi preparación como profesional, por regalarme gratos momentos con mis amistades, compañeros de estudio y profesores.*

*... A todos, gracias infinitas.*

## ÍNDICE GENERAL

	Pp.
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO</b>	
<b>I EL PROBLEMA</b>	
1.1 Planteamiento del Problema.....	4
1.2 Formulación del Problema.....	7
1.3 Objetivos de la Investigación.....	7
1.3.1 Objetivo General.....	7
1.3.2 Objetivos Específicos.....	7
1.4 Justificación del Problema.....	7
1.5 Alcance de la Investigación.....	8
<b>II MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	10
2.2 Bases Teóricas.....	14
2.2.1 Control de Calidad.....	14
2.2.2 Diagrama de Causa y Efecto.....	15
2.2.3 Escala de Likert.....	16
2.2.4 Matriz de Análisis DAFO o FODA.....	16
2.2.5 Técnicas de las Construcción.....	18
2.2.6 Vialidad.....	18
2.2.7 Clasificación de las Vías.....	19
2.2.8 Velocidades de Diseño Normales.....	20
2.2.9 Capacidad de la Vía.....	21
2.2.10 Capacidad Ideal de una Vía.....	21
2.2.11 Factores de Afectan la Capacidad de una Vía.....	22
2.2.12 Niveles de Servicio.....	23
2.2.13 Composición del Tránsito.....	24
2.2.14 La Calzada.....	25
2.2.15 Pendientes Máximas y Mínimas para el Diseño Vial	26
2.2.16 Pendiente de Bombeo.....	27
2.2.17 Hombrillo.....	28
2.2.18 Pavimento.....	29
2.2.19 Tipos de Pavimento.....	29
2.2.20 Tipos de Pavimentos Flexibles.....	31
2.2.21 Fallas en Pavimentos Flexibles.....	32
2.2.22 Tipos de Fisuras en Pavimentos Flexibles.....	33
2.2.23 Tipo de Daños Superficiales en Pavimentos Flexibles.....	38
2.2.24 Tipos de Deformaciones en Pavimentos Flexibles...	42

2.2.25	Daños en Capas Estructurales.....	45
2.2.26	Drenaje Vial.....	47
2.2.27	Sistemas de Drenaje Vial.....	47
2.2.28	Fallas en Sistemas de Drenaje.....	52
2.2.29	Seguridad Vial.....	55
2.2.30	Factores de la vía que ponen en riesgo la Seguridad Vial.....	55
2.2.31	Señalización de Carreteras.....	57
2.2.32	Iluminación Vial.....	58
2.2.33	Mantenimiento de Pavimentos.....	59
2.2.34	Tipos de Mantenimiento.....	59
2.3	Definición de Términos Básicos.....	61
<b>III</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b>	
3.1	Tipo de Investigación.....	66
3.2	Nivel de Investigación.....	67
3.3	Diseño de la Investigación.....	67
3.4	Población y Muestra.....	68
3.4.1	Población.....	68
3.4.2	Muestra.....	68
3.5	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	69
3.5.1	Observación no Participante.....	69
3.6	Fases Metodológicas.....	69
<b>IV</b>	<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b>	
4.1	Definir los factores que influyen en el deterioro de la vialidad en la Av. Cuatricentaria del Municipio Valencia, Edo. Carabobo.....	72
4.2	Determinar cuáles son las variables que están presentes en cada factor que afecta en el deterioro de la vía.....	78
4.3	Analizar cada factor y sus variables para proponer una solución factible para la mejora de la vía de la Av. Cuatricentaria del Municipio Valencia, Edo. Carabobo.....	80
4.4	Proponer mediante el análisis previo, una serie de lineamientos generales para el control de calidad, adecuado a la vía en la Av. Cuatricentaria del Municipio Valencia, Edo. Carabobo.....	85
<b>V</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
5.1	Conclusiones.....	89
5.2	Recomendaciones.....	91
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	93
	<b>APÉNDICE</b> .....	94
	<b>ANEXOS</b> .....	97

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>Pp.</b>
1. Diagrama de Causa y Efecto.....	16
2. Matriz de Análisis FODA.....	18
3. Estructura del Pavimento Flexible.....	30
4. Estructura del Pavimento Rígido.....	30
5. Estructura de Pavimentos Convencionales	31
6. Estructura Pavimentos Full Depth.....	31
7. Estructura de Pavimentos de Larga Duración.....	32
8. Tipos de Alcantarillas.....	49
9. Vista de Perfil de Sumidero de Ventana.....	49
10. Vista de Planta y Perfil de Sumideros de Reja.....	50
11. Tipos de Sumideros de Reja.....	50
12. Cuneta Tipo 1.....	51
13. Cuneta Tipo 2.....	52
14. Fisuras Av. Cuatricentenaria Sentido Sureste / Sentido Noroeste.....	72
15. Daños Superficiales Av. Cuatricentenaria.....	73
16. Deformaciones Av. Cuatricentenaria.....	74
17. Daños en Capas Estructurales de la Av. Cuatricentenaria.....	74
18. Sumideros de Ventana Av. Cuatricentenaria.....	75
19. Sumideros de Reja Av. Cuatricentenaria.....	76
20. Pendientes de Bombeo Sentido Noroeste / Sentido Sureste.....	76
21. Taludes Irregulares Av. Cuatricentenaria.....	77
22. Diagrama Causa-Efecto / Factores y Variables Av. Cuatricentenaria...	79
23. Formato para la Evaluación del Pavimento Flexible.....	80
24. Daños en sistemas de seguridad vial.....	84
25. Matriz FODA Av. Cuatricentenaria.....	88

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA</b>	<b>Pp.</b>
1. Velocidades de Diseño Normales.....	21
2. Capacidad Ideal de una Vía.....	22
3. Pendientes Máximas de Diseño.....	26
4. Descripción de los Tramos de Estudio.....	82
5. Índices de Vulnerabilidad al Deterioro por Tramos.....	83
6. Índice de Vulnerabilidad al Deterioro / Mantenimiento Requerido.....	84
7. Conteo de Elementos pertenecientes a la vía.....	85



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**LINEAMIENTOS GENERALES PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE  
LA VIALIDAD EN VENEZUELA. CASO ESTUDIO AV.  
CUATRICENTENARIA, MUNICIPIO VALENCIA, EDO. CARABOBO**

**Autor:** Miguel A. Bohorquez G.

**Tutor:** Ing. Alejandro F. Pocaterra B.

**Fecha:** Agosto, 2018

**RESUMEN**

En la actualidad, la aplicabilidad de controles de calidad en todo proceso constructivo juega un papel fundamental para el óptimo desarrollo de las actividades en las obras civiles, indiferentemente de cual sea el ámbito laboral el objetivo de estos controles de calidad apunta siempre a mejorar las condiciones de trabajo, los procesos, etc.; logrando así de esta manera, ser una de las principales claves del éxito para obtener los mejores resultados sobre el mismo y garantizar a los usuarios un producto que cumpla con los estándares de calidad y las necesidades de la población en general. No obstante, la ingeniería civil cuenta con una amplia gama de procesos constructivos que, en muchos de los casos, no se realiza un adecuado control de calidad de las actividades prescritas en el cronograma, esto trae como consecuencia fallas en los procesos constructivos, mal uso o deficiencia en la calidad de los materiales, bajos niveles de servicio para los usuarios o sea el peor de los casos, el posible fracaso del proyecto. Bajo esta premisa, se desea realizar un trabajo de campo, no experimental que este enmarcado en el área de la ingeniería civil en materia de vialidad, el cual tiene como objetivo general evaluar las condiciones en las que se encuentra la Av. Cuatricentenaria del Municipio Valencia, Edo. Carabobo. Así pues, mediante la observación directa “in situ” y la utilización de un instrumento de tipo planilla de inspección para la recolección de datos e información necesaria, se logró obtener resultados que, en base a las fallencias detectadas en esta importante vía colectora de Valencia, se generó un índice de vulnerabilidad al deterioro para conocer su condición general y en función de este, determinar los lineamientos generales a seguir para realizar adecuado control de calidad y solventar la problemática de vialidad en estudio.

**Descriptor:** Control de Calidad, Vialidad, Planificación Estratégica.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, Venezuela posee un gran déficit de calidad de servicio en lo que a materia vial se refiere, desde hace ya varios años, no se elabora un plan eficaz ni eficiente de mantenimiento preventivo para la conservación de las vías, por lo que no se puede garantizar el libre tránsito y transporte en óptimas condiciones en todo el territorio nacional, tampoco se piensa en la idea de concebir nuevos proyectos viales que sirvan como alternativa para cubrir con la demanda de transporte requerida por los ciudadanos. Por su parte, evidencia un abandono casi total en materia de infraestructura.

Entre las vías más afectadas por esta situación, se encuentra la Av. Cuatricentaria del Municipio Valencia, Edo. Carabobo, siendo esta una de las más importantes para este municipio, ya que es una vía colectora que cuenta con una gran demanda de transporte por ser un punto de mucha actividad comercial, además de estar rodeada de grandes urbanizaciones por lo que el tráfico vehicular en la zona se acentúa mucho más en las “horas pico”.

Hoy en día, la capacidad de esta importante arteria vial se ha visto limitada por diferentes razones, entre ellas el mal uso y la falta de mantenimiento hacen que su deterioro sea mucho más rápido acortando su periodo de vida útil, condicionando el tránsito a través de ella. Esto ha conlleva a realizar un trabajo de investigación de campo que, por medio de la observación directa, nos permita elaborar un juicio en base a las condiciones actuales en las que se encuentra la vía para determinar las falencias que presenta y mediante un análisis previo, proponer una solución factible al caso en estudio.

Esta investigación presenta un compendio de lineamientos generales para el control de calidad para la vialidad, para así, darle un enfoque analítico al estado organizacional en los procesos constructivos en ingeniería vial y poder observar las posibles fallas referentes a las técnicas de ejecución de proyectos viales, las cuales repercuten, y no dan paso, a la materialización de proyectos de envergadura bajo las condiciones óptimas de mayor desempeño, calidad en los servicio, uso de materiales de primera entre otros.

Además, determinar los factores externos que posiblemente influyen de forma negativa en la elaboración de un proyecto vial de cualquier índole.

Es importante mencionar que el presente trabajo de grado, busca realizar un enfoque particular, el cual pueda ser puesto en práctica en distintas organizaciones que presten servicios de obras civiles, haciendo posible la disposición de algunas recomendaciones en el área de ingeniería vial, cabe destacar que toda propuesta tendrá sus bases teóricas, en la observación y análisis de los factores que influyen en el estado actual en el que se encuentra la vía. Una vez percibidas y evaluadas las falencias presentes en esta, se plantearán una serie lineamientos generales a seguir, para lograr controlar los procesos constructivos de acondicionamiento y mantenimiento de esta vialidad antes, durante y después de la ejecución de las actividades a realizar para la lograr otorgarle en el estado más óptimo de esta vía.

Por esta razón, al realizar este trabajo se intenta proporcionar la información necesaria, conceptos, datos y herramientas para aprender a interpretar los estados técnicos financieros organizacionales, los cuales sirvan para la toma de decisiones y aminorar los problemas en el futuro, analizando, planeando y controlando los procesos de construcción, mantenimiento y rehabilitación de proyectos viales.

Esta investigación consta de cuatro capítulos, el Capítulo I, está conformado por el planteamiento de la problemática existente y formulación del problema, seguidamente del objetivo general de la investigación y los objetivos específicos que darán paso a la investigación, para buscar posibles soluciones a dicha problemática, así como también se presenta la justificación del porque se realiza esta investigación y el alcance que se espera obtener de la misma.

El Capítulo II, presenta el Marco Teórico, el cual se fundamenta en antecedentes que preceden esta investigación, haciendo mención a trabajos de grado que guarden semejanza o similitud con el tema a tratar, además de las bases teóricas, y términos básicos que sustentan la presente.

Por su parte, el Capítulo III, describe el Marco Metodológico, este contempla el tipo de investigación, nivel y diseño de la misma, además, se da a conocer la población y muestra a estudiar, así como también las técnicas e instrumentos

utilizados en la recolección de datos y por último se describen las fases metodológicas empleadas para lograr el objetivo general de la investigación.

Finalmente, en el Capítulo IV, denominado resultados, se describen las fases metodológicas empleadas para desarrollar el presente trabajo de grado, las cuales están íntimamente relacionadas con los objetivos específicos que nos llevarán a cabo con el objetivo general de la investigación, entre estos, se determinarán los factores y variables que influyen en el deterioro de una vía, además, se empleará el uso de instrumentos de recolección de información que permitan determinar con mayor precisión las fallencias presentes en la vía caso estudio, para proponer una solución factible a la problemática a través de lineamientos generales mediante un adecuado control de calidad de esta vía colectora.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 Planteamiento del Problema**

La ingeniería civil es una de las ramas más antiguas de la ingeniería, esta emplea conocimientos de cálculo, mecánica hidráulica como también de física para el estudio, proyecto, organización, coordinación de todos los trabajos que estén relacionados a la construcción de estructuras, edificaciones, obras hidráulicas, sistemas de saneamiento ambiental y vías de comunicación en un sitio determinado, proponiendo así, una amplia gama de alternativas en materia de construcción que ayuden a mejorar, modificar, desarrollar o perfeccionar el entorno en el cual se desenvuelve el hombre, sin poner en riesgo el medio ambiente.

Las vías terrestres de comunicación son unas de las obras de mayor importancia en la ingeniería civil, vale la pena destacar su influencia en el desarrollo de la vida humana, ya que se caracterizan por brindarle al hombre la libertad de poder desplazarse de un punto a otro de diferentes latitudes, acortando distancias entre sí, y a su vez, funcionan como un puente para el desarrollo de las actividades económicas, sociales, culturales del hombre, basados en el criterio de sustentabilidad, garantizando así, una mejor calidad de vida, siempre que se les dé el uso adecuado y el mantenimiento óptimo tanto preventivo como correctivo para, preservarlas a través del tiempo durante su período de vida útil

A finales del siglo XVIII, Venezuela no contaba con un sistema vial terrestre adecuado que cumpliera con la demanda de transporte para la época, el cual en su mayoría estaba constituido por caminos de tierra estrechos y de pendientes muy pronunciadas las cuales dificultaban el libre intercambio comercial, cultural y social entre las diferentes regiones del país. No fue hasta inicios del siglo XIX cuando el 24 de junio de 1910 el Gral. Juan Vicente Gómez, aprueba un decreto para la construcción de carreteras centrales en todo el territorio nacional.

Tras el fallecimiento del Gral. Gómez en el año 1935, su política de estado en pro del desarrollo vial en Venezuela no tardó mucho en cobrar auge, dando pie, para que posteriormente otros gobernantes se hicieran cargo en lo que a materia de vías y transporte terrestre se refería, continuando con su legado como es el ejemplo del Gral. Marcos Pérez Jiménez, que entre sus grandes obras de renombre se tiene la ARC (Autopista Regional del Centro), que comunica la Región Central con la Región Capital, hasta la fecha esta obra de gran envergadura se encuentra vigente.

Actualmente, el sistema vial terrestre de Venezuela se encuentra en crítico estado, debido al notable abandono en el área de infraestructura, lo cual ha encendido las alarmas de todas las organizaciones que velan por el mantenimiento y funcionamiento de todas las vías en el territorio nacional, haciendo un llamado de emergencia a tomar las medidas necesarias para el rescate del sistema vial. El 18 de octubre del año 2017 el presidente del CIV (Colegio de Ingenieros de Venezuela) Ing. Enzo Betancourt, expreso en una rueda de prensa que se requería de aproximadamente 10 millardos de dólares anuales para la rehabilitación y recuperación de todas las vías en Venezuela.

Poco después, el 25 de octubre del 2017 fue aprobado un fondo de inversión de tan solo 2,6 millardos de bolívares para la recuperación de algunas vías en Venezuela; entre los estados en los que se realizaría esta inversión se encuentra el Estado Carabobo, pero esta medida no es suficiente, y no deja más que una muestra del desinterés con base en la problemática del deterioro de las vías en el país siendo este un tema de primera necesidad, el cual afecta de forma directa el derecho de los habitantes a trasladarse en óptimas condiciones para realizar sus actividades cotidianas como educarse, trabajar, esparcirse, entre otros.

Dada las condiciones en las que los carabobeños, difícilmente se trasladan de un lugar específico hacia su punto de interés, existe la necesidad de evaluar las condiciones en las que se encuentran algunas vías en su ciudad Capital, que es Valencia, observándose de manera evidente la grave condición en la que se encuentran muchas de sus vías. De estas, pudiera concluirse, a simple vista que no cumplen con los estándares mínimos de calidad establecidos en la norma venezolana, posiblemente no se le hace un mantenimiento periódico preventivo y

en muchos casos es probable que no cuenten con elementos hidráulicos que ayuden a la preservación de estas en épocas de lluvia.

Por otra parte, el uso que se emplea para estas vías terrestres de comunicación en ocasiones no es el adecuado, permitiendo el libre tránsito de maquinaria pesada en zonas donde la carga permisible sobre la carpeta asfáltica sobrepasa los límites calculados en proyectos anteriormente ejecutados con otra finalidad, por tanto, es muy probable que en un corto plazo de tiempo estas vías puedan sufrir daños irreversibles, quedando inutilizadas de no tomar las medidas justamente necesarias para la recuperación, la rehabilitación junto con la creación de nuevas vías de comunicación, cada una para un fin específico, evitando el mal uso y su deterioro.

A los fines académicos de la presente investigación se tomó como caso de estudio específico la Av. Cuatricentenaria, la cual se ha seleccionado como objeto de estudio en virtud que es una de las arterias viales más importantes del Municipio Valencia, Edo. Carabobo. Esta arteria vial comunica gran parte de la zona norte a lo largo de su longitud de aproximadamente 3,33 Km desde el distribuidor “Los Colorados” ubicado en la Parroquia Santa Cecilia, sector “Los Mangos”, hasta la culminación del tramo en estudio en la entrada de la “Urbanización Terrazas del Country”, sector Guataparo, contando con un gran índice de tránsito vehicular debido a las diferentes actividades comerciales, educacionales, entre otras que desarrollan en la zona.

Desde hace varios años, no se tiene registro sobre la intervención de ésta arteria vial en materia de ingeniería civil, trayendo como consecuencia inundaciones, agrietamiento lateral producto del empozamiento de las aguas de lluvia, lo cual lleva a pensar que no cuenta con un adecuado sistema de drenajes, sub-drenajes o en su defecto pudieran estar obstruidos por falta de mantenimiento, lo cual produce un eminente peligro de deslave de los taludes que la conforman.

Así pues, se pretende elaborar una serie de lineamientos generales que permitan al ingeniero civil llevar a cabo un adecuado control de calidad de la vía antes, durante y después de la ejecución de un proyecto. Para este fin, se empleará conocimientos en el área de construcciones viales, diseño de carreteras, hidrología, técnicas de la construcción y obras hidráulicas con el propósito de optimizar el

desempeño de los carabobeños en las actividades que requieran de su tránsito, de manera fácil y cómoda, por la Av. Cuatricentenaria de Valencia.

## **1.2 Formulación del Problema**

¿De qué manera pueden los lineamientos para el adecuado control de calidad de vías, influir en el mejoramiento y prevención del deterioro de la Av. Cuatricentenaria del Municipio Valencia, Edo. Carabobo?

## **1.3 Objetivos de la Investigación**

### **1.3.1 Objetivo General**

Desarrollar los lineamientos generales a seguir para mejorar la vía y prever el deterioro mediante un adecuado control de calidad en la Av. Cuatricentenaria del Municipio Valencia, Edo. Carabobo.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Definir los factores que influyen en el deterioro de la vialidad en la Av. Cuatricentenaria del Municipio Valencia, Edo. Carabobo.
- Determinar cuáles son las variables que están presentes en cada factor que afecta en el deterioro de la vía.
- Analizar cada factor y sus variables para proponer una solución factible para la mejora de la vía de la Av. Cuatricentenaria del Municipio Valencia, Edo. Carabobo.
- Proponer mediante el análisis previo, una serie de lineamientos generales para el control de calidad, adecuado a la vía en la Av. Cuatricentenaria del Municipio Valencia, Edo. Carabobo.

## **1.4 Justificación del Problema**

La aplicabilidad de un adecuado control de calidad para la construcción y mantenimiento preventivo de las vías en Venezuela, es de suma importancia para el desarrollo de un país ya que, el buen estado de la vialidad genera un impacto positivo en el ámbito socio-económico y cultural de sus habitantes elevando los niveles de calidad de vida.

En Venezuela, el 80% de las vías terrestres se encuentran en condiciones de alto riesgo para el tránsito vehicular. “Es necesario un plan integral de vialidad, que incluya un capítulo especial para el mantenimiento. En ese despacho vemos

soluciones puntuales y se requiere de un proyecto de envergadura que afronte de forma integral la parte de vialidad, señalización, iluminación, movilidad, seguridad y control”. Víctor Barrios, Presidente del CIAM (Centro de Ingenieros del Área Metropolitana), (2017, Febrero 2).

Con base en lo expuesto por Barrios, esta investigación tiene un valor de innovación a modo de proponer una serie de lineamientos generales con el fin de realizar controles de calidad de la vía en la Av. Cuatricentenaria del Municipio Valencia, Edo. Carabobo, y por medio de estos lineamientos, desarrollar una serie de actividades con un orden específico que nos permitan evitar los problemas de inundación, empozamiento, obstrucción de drenajes, agrietamiento lateral, etc.

Considerando que esta arteria vial conecta a gran parte de la zona norte del Municipio Valencia entre sí, el aspecto comercial es una de las razones por las que esta vía genera un alto nivel de tráfico vehicular en horas pico, razón suficiente para tomar la iniciativa de realizar un estudio, el cual proponga una mejora de las condiciones de la vía, facilitando el transitar de los ciudadanos a través de esta.

Finalmente, el propósito de este trabajo de investigación, tiene como objetivo beneficiar a los carabobeños, preservando las condiciones de sus vehículos con el mejoramiento de la Av. Cuatricentenaria, cumpliendo con los requerimientos para transitar en óptimas condiciones, además de elevar los niveles de prestigio en la zona gracias a la adecuada aplicabilidad de estos lineamientos, por ultimo servir como un modelo factible para futuros trabajos de investigación y mejoras de vías.

### **1.5 Alcance de la Investigación**

A fin de solventar la problemática que se presenta al transitar por la Av. Cuatricentenaria del Municipio Valencia, Edo. Carabobo, esta investigación pretende proponer una solución basada en los fundamentos básicos de las diferentes áreas de la ingeniería civil en materia de vialidad y obras hidráulicas, mejorando las condiciones de tránsito en esta vía tanto para el disfrute de los habitantes que residen en las adyacencias, como para la población foránea que requiera el uso de esta, disminuyendo en un gran porcentaje la incidencia de accidentes de tránsito y riesgo al transitar en cualquier tipo de vehículo por la zona.

Y mediante la proposición de una serie de lineamientos para el adecuado control de calidad de la vialidad en la Av. Cuatricentenaria, se pretende crear un modelo factible a seguir en toda Venezuela para a la ejecución de futuras obras civiles en el ámbito de ingeniería vial que cumpla o no, con las características de esta vía en estudio, cumpliendo con los requerimientos y estándares mínimos para la construcción de proyectos viales.

Así mismo, cumplir con el contenido programático de las asignaturas que conforman el pensum correspondiente a la carrera de Ingeniería Civil en la Universidad José Antonio Páez.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la Investigación

A continuación, se presenta una serie de trabajos de investigación realizados anteriormente, que enfatizan o presentan alguna semejanza con el problema planteado en este, de manera que, mediante el aporte de conceptos básicos, técnicos además de teorías relevantes permitan desarrollar este estudio de manera coherente.

##### **Nacionales**

Morillo, D. (2012), elaboró un trabajo especial de grado titulado **“Planificación Estratégica Aplicada a la Gestión de Proyectos de Rehabilitación Vial Urbana Ejecutados por la Alcaldía del Municipio Maracaibo”**, en la Universidad del Zulia, para optar al título de Magister Scientiarum en Gerencia de Proyectos de Construcción. En este trabajo de investigación se planteó como objetivo general proponer una planificación estratégica aplicada a la gestión de proyectos de rehabilitación vial urbana ejecutados por la alcaldía del Municipio Maracaibo, Edo. Zulia.

Para lograr el objetivo principal de este trabajo de investigación la metodología aplicada a la investigación fue enmarcada dentro del paradigma positivista con criterio cuantitativo, de tipo descriptiva, de campo, proyectiva y prospectiva. El diseño fue no experimental, transversal o transeccional.

La población estuvo representada por dieciocho (18) personas pertenecientes a diferentes entes adscritos a la Alcaldía del Municipio Maracaibo. La técnica de recolección de datos fue la observación. Se aplicó un instrumento tipo encuesta constituido por ochenta (80) ítems, 76 de ellos con alternativas múltiples de respuesta y 4 con respuesta abierta. Dicho instrumento se sometió a validación por parte de diez (10) expertos en el área de planificación estratégica, gestión de proyectos y metodología de la investigación y se realizó una prueba piloto para determinar su confiabilidad a través del Coeficiente Alpha de Cronbach, cuyo resultado fue de 0,88.

Los resultados de los datos se procesaron a través del análisis estadístico y fueron tabulados por indicador y dimensión, en cuadros de distribución de frecuencias (absolutas y relativas) y promedios, los cuales permitieron evidenciar la relación de cada uno de ellos en el estudio de la variable investigada.

Finalmente, los objetivos planteados fueron alcanzados concluyendo que, dentro de la Alcaldía de Maracaibo, no se aplicaba ninguna metodología en específico para la gestión de los proyectos de rehabilitación vial.

Como aporte para elaborar una serie de lineamientos para realizar un adecuado control de calidad en la ejecución de un proyecto vial, es necesario elaborar un plan estratégico que nos permita fijar claramente los objetivos a alcanzar en cada una de las actividades a desarrollar antes, durante y posteriormente a la ejecución del proyecto vial.

Así mismo, Hayek, M.; Lafuente, L. (2015), desarrollaron un trabajo investigativo titulado **“Diseño de un Plan de Mantenimiento Correctivo en la Autopista Prados del Este sobre la vía Chuao - Las Mercedes (Coordenadas DDD: 10.483252, -66.856077) del Distribuidor “EL CIEMPIES” Ubicado en el Municipio Baruta, Estado Miranda”**, de la Universidad Nueva Esparta, para optar título de Ingeniero Civil. Los autores, se fijaron como objetivo general determinar cuáles eran las falencias en todos los niveles servicio al transitar por dicha autopista, además, identificar los factores presentes en cada una ellas para proponer una solución factible a la problemática.

El tipo de investigación fue de campo y de orden exploratorio que permitiese evaluar ocularmente cada factor que afectaba la vialidad en estudio. El material utilizado para la recolección de información de esta vía estuvo constituido por un equipo fotográfico, una libreta de notas y las diferentes planillas de inspección en torno a los distintos aspectos técnicos a evaluar. Finalmente, los autores llegaron a la conclusión de que dicha vía presentaba una evidente falta de mantenimiento general en sus drenajes, carpeta asfáltica y tendidos eléctricos.

De acuerdo a los resultados obtenidos en su investigación exploratoria, presentaron una serie de recomendaciones a la Alcaldía del Municipio Baruta para la recuperación de esa importante vía principal.

El trabajo investigativo previamente mencionado, juega un papel fundamental para la realización del presente, haciendo énfasis en la elaboración de un trabajo de campo que permite de manera exploratoria, evaluar las condiciones en las que se encuentra la Av. Cuatricentenaria del Municipio Valencia, Edo. Carabobo, aplicando técnicas y formas de recolección de información para determinar las falencias que presenta esta vía en estudio, de acuerdo, a la metodología aplicada por los autores anteriormente citados y proponer una solución factible a la problemática que se presenta, en esta importante arteria vial de Valencia.

Finalmente, Binetti A.; Villalobos O. (2018), realizaron el trabajo de investigación para optar al grado de ingeniero civil titulado **“Análisis Comparativo de Costos entre Alternativas de Mantenimiento de Vías Arteriales en el Municipio Valencia (Caso de estudio Av. Cuatricentenaria)”**. Este trabajo de investigación se basó en plantear dos propuestas alternativas para la rehabilitación de la vía en estudio, una proyectada a un mantenimiento a largo plazo por 15 años y otra propuesta que en función de las falencias que presenta la vía en estudio, se implementaran las medidas pertinentes para satisfacer las necesidades de la población afectada por el tránsito de esta vía en deterioro.

Basados en el método de análisis para pavimentos flexibles bajo la metodología (PCI, PSI), lograron determinar el índice de condición del pavimento y el índice de servicialidad que actualmente posee dicha vía, como resultado del análisis del PCI se calificó la vía con una condición “regular” del pavimento, así mismo, el PSI sostuvo que el índice servicialidad está comprometido, apuntando hacia la calificación de “buena” a “regular”, en función de estos resultados, los autores realizaron una encuesta a la población que reside en las adyacencias de la vía y, que además transitan a través de esta para determinar el impacto negativo que genera el hecho de que la Av. Paseo Cuatricentenario se encuentre en condición de deterioro por falta de mantenimiento, obteniendo como resultado una respuesta orientada a elaborar el mantenimiento mayor de la vía el cual consta de una rehabilitación de la capa de rodamiento y asfaltado total de la como mejor opción.

Así pues, este trabajo de investigación tiene un alto grado de importancia para la elaboración del presente, ya que a priori, se puede determinar que el tema gira en torno a la misma vía en estudio de los autores Binetti y Villalobos, por tanto, el uso de metodologías de investigación, estudios de campo, estudios de laboratorios e información de confiabilidad proporcionada por entes gubernamentales, serán de gran aporte para el análisis de resultados y, finalmente establecer una relación entre ambos trabajos que permita proponer los lineamientos a seguir para realizar un adecuado control de calidad en las actividades que sean necesarias para prolongar la vida útil de la misma mediante la rehabilitación parcial o total de esta.

### **Internacionales**

Santana, J. (2006), presentó **“Gestión de Calidad en Obras Viales”**, trabajo de grado presentado como requisito para, optar al título de Constructor Civil en la Universidad Austral de Chile, el objetivo planteado para este trabajo estaba centrado en dar a conocer como la Dirección de Vialidad en un proceso de reestructuración, se ha empeñado en dar a sus obras un estándar superior de calidad. Sin embargo, el estudio arrojó como resultado que la mayoría de las empresas que desarrollan proyectos viales, sobreponen la productividad por encima de la calidad y, no obstante, no dejan constancia de las actividades desarrolladas en el proyecto, concluyendo así, que no se llevan a cabo de manera adecuada los controles de calidad en dichos proyectos viales. En consecuencia, el autor propone elaborar planes de aseguramiento de calidad a través de personal calificado en todas las áreas, para solventar la problemática y mejorar los procesos constructivos en las empresas que así lo requieran.

Como aporte para el desarrollo del presente trabajo de grado, el autor refuerza la idea de interrelacionar todos los departamentos que conforman un proyecto de vialidad, esto, con el fin de involucrar todas las partes, evitar el reproceso, atraso en la construcción de la obra y garantizar un proyecto que cumpla con los estándares superiores de calidad en cada una de sus fases.

Por otra parte, González, J. (2016), realizó en su tesina titulada **“Evaluación de Pavimentos en la Conservación de Carreteras en México”**, para optar al grado de Especialista en Vías Terrestres, en la Universidad Nacional Autónoma de

México. El autor se propuso como objetivo general, evaluar las principales vías de tránsito terrestre de México, mediante una investigación de campo, recolección de data de años anteriores y entre otros instrumentos, concluyó que muchas de esas vías presentaban problemas ligados a la antigüedad y falta de mantenimiento preventivo. Así mismo, observó que la gran mayoría de estas se ven afectadas por el mal uso de los usuarios, excediendo la carga máxima permisible de tránsito sobre la carpeta de rodamiento en estas vías que, hace varios años cumplieron su ciclo de vida útil.

En relación, a la situación que presentaba la mayoría de las vías estudiadas, González, propuso una serie de lineamientos para una correcta conservación del pavimento, que se basa en elaborar un fondo de inversión en materia de infraestructura; crear un lazo entre los entes gubernamentales y la fuerza de trabajo, permitiendo fortalecer los mecanismos de planeación, así como establecer programas de capacitación y entrenamiento, aplicando nuevas tendencias para la construcción de nuevas vías o rehabilitación de las ya existentes.

De acuerdo a, lo descrito por el autor, el aporte que brinda para este trabajo de grado, es crear conciencia sobre el uso adecuado de las vías mediante la educación a los ciudadanos, establecer programas de capacitación y entrenamiento a todos los niveles de trabajo involucrados en el proyecto. Y, por último, gestionar planes de evaluación continua, basados en nuevas tecnologías para determinar fallas en la vialidad y el estado en el que se encuentra el pavimento en la Av. Cuatricentaria del Municipio Valencia.

## **2.2 Bases Teóricas**

### **2.2.1 Control de Calidad**

Ishikawa, K. (1989), en su libro titulado *Introducción al control de calidad* define:

“El control de calidad consiste en el desarrollo, diseño, producción, comercialización y presentación del servicio de productos y servicios con una eficacia del coste y una utilidad óptimas, y que los clientes comprarán con satisfacción. Para alcanzar estos fines, todas las partes de una empresa (alta dirección, oficina central, fábricas y departamentos individuales, tales como producción, diseño, técnico, investigación, planificación, investigación de mercado, administración,

contabilidad, materiales, almacenes, ventas, servicio, personal, relaciones laborales y asuntos generales) tienen que trabajar juntos. Todos los departamentos de la empresa tienen que empeñarse en crear sistemas que faciliten la cooperación y en preparar y poner en práctica fielmente las normas internas. Esto solo puede alcanzarse por medio del uso masivo de diversas técnicas tales como los métodos estadísticos y técnicos, las normas y reglamentos, los métodos computarizados, el control automático, el control de instalaciones, el control de medidas, la investigación operativa, la ingeniería industrial y la investigación de mercado”. (p. 2)

Con base en lo planteado por el Dr. Ishikawa, se puede determinar que el control de calidad en obras civiles es una actividad de inspección que debe realizarse minuciosamente en cada fase de la elaboración de proyectos, ya que en cada una de ellas se ven involucrados diferentes factores que pueden incidir en la adecuada elaboración de estas fases, para este caso se pueden mencionar el factor humano, los métodos y técnicas empleados, calidad de los materiales, el medio ambiente, entre otras, de manera que, la actividad planificada pueda ser controlada y desarrollada con la mejor eficacia y eficiencia optimizando los ambientes laborales y resultados de obra.

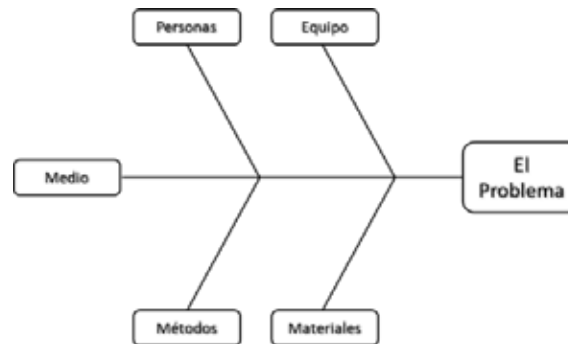
### **2.2.2 Diagrama de Causa y Efecto**

Ishikawa, K. (1989), en su libro titulado *Introducción al Control de Calidad* define lo siguiente:

“...ilustran la relación entre las características (los resultados de un proceso) y aquellas causas que, por razones técnicas, se considere que ejercen un efecto sobre el proceso. Permiten que se resuman todas las relaciones entre las causas y efectos de un proceso. Cuando se utilizan junto con otras herramientas estadísticas, tales como los diagramas de Pareto, los diagramas de causa y efecto son útiles para promover la mejora del proceso según prioridades, acumular y organizar los conocimientos y la tecnología, consolidar las ideas de todos los empleados sobre las actividades relacionadas con el control, y facilitar las discusiones, la educación y otros diversos aspectos de las relaciones humanas. También son útiles para toda clase de actividades de calidad, cantidad, plazos de entrega y control de costes durante el desarrollo de nuevos productos, investigación y desarrollo, construcción de nuevas plantas, etc.” (p. 252).

Por su parte, La Sociedad Latinoamericana para la Calidad (2000), explica que es una representación de varios elementos (causas) de un sistema, que en

conjunto pueden contribuir a un problema (efecto) en específico, también es conocido como Diagrama de Espina de Pez por su semejanza con el esqueleto de un pescado. (Ver Fig. 1)



**Figura 1. Diagrama de Causa y Efecto**

**Fuente:** Sociedad Latinoamericana para la Calidad (2000) / Adaptación Bohorquez, M. (2018).

### **2.2.3 Escala de Likert**

Según Hernández, Fernández y Baptista (1997, p. 263), Es una escala de medición psicométrica, consiste en un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios ante los cuales se pide la reacción de los sujetos a los que se les administra. Es decir, se presenta cada afirmación y se pide al sujeto que externalice su reacción eligiendo uno de los cinco puntos de la escala.

A cada ítem o variable se le asigna un valor numérico. Así, el sujeto obtiene una puntuación respecto a la afirmación y al final se obtiene su puntuación total sumando las puntuaciones obtenidas en relación a todas las afirmaciones propuestas en el instrumento de recolección de datos e información.

### **2.2.4 Matriz de Análisis DAFO o FODA**

Según Espinosa, R. (2013), La matriz de análisis DAFO o FODA, es una conocida herramienta estratégica de análisis de la situación de la empresa. El principal objetivo de aplicar la matriz FODA en una organización, es ofrecer un claro diagnóstico para poder tomar las decisiones estratégicas oportunas y mejorar en el futuro. Su nombre deriva del acrónimo formado por las iniciales de los términos: debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades. La matriz de análisis FODA permite identificar tanto las oportunidades como las amenazas que presentan nuestro mercado, y las fortalezas y debilidades que muestra nuestra empresa. (Ver Fig. 2).

- **Análisis Interno**

En el análisis interno de la empresa se identifican los factores internos claves para nuestra empresa, como por ejemplo los relacionados con: financiación, marketing, producción, organización, etc. En definitiva, se trata de realizar una autoevaluación, dónde la matriz de análisis FODA trata de identificar los puntos fuertes y los puntos débiles de la empresa.

- **Fortalezas:** Son todas aquellas capacidades y recursos con los que cuenta la empresa para explotar oportunidades y conseguir construir ventajas competitivas. Para identificarlas podemos responder a preguntas como: ¿qué ventajas tenemos respecto de la competencia?, ¿qué recursos de bajo coste tenemos disponibles?, ¿cuáles son nuestros puntos fuertes en producto, servicio, distribución o marca?
- **Debilidades:** Son aquellos puntos de los que la empresa carece, de los que se es inferior a la competencia o simplemente de aquellos en los que se puede mejorar. Para identificar las debilidades de la empresa podemos responder a preguntas como: ¿qué perciben nuestros clientes como debilidades?, ¿en qué podemos mejorar?, ¿qué evita que nos compren?

- **Análisis Externo**

En el análisis externo de la empresa se identifican los factores externos claves para nuestra empresa, como por ejemplo los relacionados con: nuevas conductas de clientes, competencia, cambios del mercado, tecnología, economía, etcétera. Se debe tener un especial cuidado dado que son incontrolables por la empresa e influyen directamente en su desarrollo. La matriz FODA divide por tanto el análisis externo en oportunidades y en amenazas.

- **Oportunidades:** Representan una ocasión de mejora de la empresa. Las oportunidades son factores positivos y con posibilidad de ser explotados por parte de la empresa. Para identificar las oportunidades podemos responder a preguntas como: ¿existen nuevas tendencias de mercado relacionadas con nuestra empresa?, ¿qué cambios

tecnológicos, sociales, legales o políticos se presentan en nuestro mercado?

- **Amenazas:** Pueden poner en peligro la supervivencia de la empresa o en menor medida afectar a nuestra cuota de mercado. Si identificamos una amenaza con suficiente antelación podremos evitarla o convertirla en oportunidad. Para identificar las amenazas de nuestra organización, podemos responder a preguntas como: ¿qué obstáculos podemos encontrarnos?, ¿existen problemas de financiación?, ¿cuáles son las nuevas tendencias que siguen nuestros competidores?



**Figura 2. Matriz de Análisis FODA**

Fuente: Espinosa, R. (2013).

### 2.2.5 Técnicas de las Construcción

Según, Pocaterra, A. (2014), define el término como:

“Aquellas tecnologías utilizadas en obra a fin de mejorar el ambiente laboral aumentado los niveles de “orden” y “limpieza”; con el objeto de mejorar los índices tanto de desempeño como la rentabilidad de la obra. Además, lo importante para el ingeniero en la industria de la construcción es la recopilación de información técnica de forma accesible rápida, que permitan revisar continuamente los aspectos constructivos de los sistemas convencionales de obras”.

### 2.2.6 Vialidad

La adaptación de una faja sobre la superficie terrestre que llena las condiciones de alineamiento, ancho y pendiente para permitir el rodamiento

adecuado de los vehículos para los cuales ha sido acondicionada. “Vías de Comunicación”, Villalaz, C. (p. 1).

En el mismo orden de ideas, Raimundo, P. (2014). Expresa que:

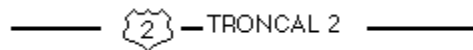
“Una vía pública es cualquier espacio de dominio común por donde transitan los peatones o circulan los vehículos. Las vías públicas se rigen por la normativa internacional, nacional y local en su construcción, denominación, uso y limitaciones; con el objetivo de preservar unos derechos esenciales (a la vida, a la salud, a la libertad, a la propiedad, a transitar, etc.). A diferencia de las vías privadas, que las regulan sus dueños, tanto en sus características como accesibilidad”.

### 2.2.7 Clasificación de las Vías

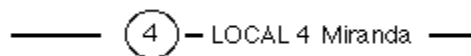
Según lo establecido en la Norma Venezolana para el Proyecto de Carreteras, (1997). Las vías pueden clasificarse de la siguiente manera:

- **Clasificación de Administrativa**

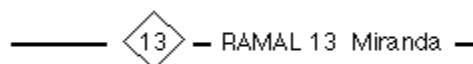
- **Troncales:** Son vías que contribuyen a la integración nacional, proveyendo la conexión interregional y comunicación internacional. Su simbología y señalización tienen rango nacional.



- **Locales:** Son vías de interés regional, que permiten la comunicación entre centros poblados. Deben poder orientar el tránsito proveniente de ramales y sub-ramales hacia las vías troncales. Su simbología y señalización tienen rango estatal.



- **Ramales:** Son vías de interés local, que conectan diversos centros generadores de tránsito, orientando el mismo hacia la red Local o Troncal. Su simbología y señalización tienen un rango estatal.



- **Sub-Ramales:** Son vías de interés local, que conectan caseríos o centros generadores de tránsito específicos, orientando el mismo hacia redes viales de mayor jerarquía. Generalmente no tienen continuidad.

Su simbología y señalización tienen rango estatal y es semejante a los Ramales.

- **Clasificación Funcional**

Se toman en cuenta las características propias de las corrientes de tránsito. Es la más utilizada en la planificación vial de una región.

- **Arterial:** Vía en la que predomina el tránsito de paso vehicular.
- **Colectora:** Vía cuya función predominante es recoger el tránsito generado por el entorno y conducirlo hacia el Sistema Arterial.
- **Local:** Vía cuya función predominante es proveer acceso a los desarrollos adyacentes.

- **Clasificación según su Geometría**

- **Autopista:** Son vías con divisoria física continua entre los sentidos del tránsito y con control total de accesos. Las calzadas pueden tener alineamientos independientes o ser paralelas. Cada calzada debe tener por lo menos una franja de estacionamiento de emergencia. (Hombrillo)
- **Vía Expresa:** Son vías con divisoria física entre los sentidos del tránsito, que puede tener aperturas ocasionales y con control parcial de accesos. Las calzadas pueden tener alineamientos independientes o ser paralelas. Cada calzada debe tener por lo menos una franja de estacionamiento de emergencia. (Hombrillo).
- **Carreteras:** Son vías sin divisoria física entre los sentidos del tránsito. La calzada puede tener más de un canal por sentido. Se recomienda la inclusión de un hombrillo a cada lado de la calzada, sobre todo cuando se prevean volúmenes de tránsito considerables. Es inaceptable la inclusión de un canal central con doble sentido de circulación. Los accesos deben cumplir con las condiciones relativas a visibilidad y espaciamiento contempladas en la norma. MTC, (1997, p. 3)

### 2.2.8 Velocidades de Diseño Normales

A continuación, se muestra una tabla con las velocidades de diseño deseables en un proyecto vial de acuerdo a topografía, medidas en Km/h. En el rango indicado, las velocidades altas deben ser preferentemente usadas en las vías

troncales o arteriales. Si una vía secundaria, por razones del entorno, requiere una velocidad de diseño alta, deben extremarse las precauciones en el tratamiento de los laterales, para dar mayor seguridad a la vía.

**Tabla 1. Velocidades de Diseño Normales**

<b>Terreno</b>	<b>AUTOPISTAS</b>	<b>CARRETERAS</b>
Llano	100 - 130	90 – 120
Ondulado	80 – 120	60 – 100
Montañoso	70 - 100	30 - 80

**Fuente:** Norma Venezolana para el Proyecto de Carreteras (1997).

### **2.2.9 Capacidad de la Vía:**

Estará determinada por el número de carriles de tránsito, ancho de los mismos y velocidad de circulación a través de ellos, así mismo, por la longitud que posea ésta a lo largo de su recorrido. Carciente, J. (p.205).

### **2.2.10 Capacidad Ideal de una Vía**

La Norma Venezolana para el Proyecto de Carreteras de 1997 establece que, cuando las condiciones prevalecientes son ideales, la vía tendrá una capacidad máxima ideal. Se consideran condiciones ideales:

- **En relación a las condiciones prevalecientes en la vía**
  - Velocidad de diseño alrededor de 95 kph.
  - Canales de circulación iguales o mayores a 3,60 m c/u.
  - No más de 3 canales de circulación por sentido.
  - Hombrillos laterales iguales o mayores a 1,80 m.
  - Visibilidad irrestricta. Luz diurna y tiempo despejado.
  - Terreno llano, pendientes no mayores del 2%.
  - Pavimento seco y en buen estado.
- **En relación a las condiciones prevalecientes en el tránsito**
  - Capacidad de maniobra irrestricta.
  - Ausencia de camiones o buses. Solamente vehículos livianos.
  - Ausencia de señalización limitadora de maniobra.
  - Distribución direccional balanceada, 50/50 (Solo en carreteras con un canal por sentido).

Debe entenderse que estas condiciones sólo afectan la capacidad y no los factores de seguridad que deben cumplirse en el diseño de una vía. Cuando estas condiciones se cumplen, se ha establecido experimentalmente que las capacidades ideales que deben usarse en el diseño de carreteras y vías con canales múltiples, son las siguientes:

**Tabla 2. Capacidad Ideal de una Vía**

TIPO DE VÍA	CAPACIDAD
Carretera de 2 Canales	3200 vph total
Autopista de 4 a 6 Canales	2000 vph por Canal

**Fuente:** Norma Venezolana para el Proyecto de Carreteras (1997).

### **2.2.11 Factores de Afectan la Capacidad de una Vía**

Como todas las condiciones que se apartan de las ideales, tienden a disminuir la capacidad, los factores de corrección son todos menores que la unidad. Estos factores también pueden agruparse en factores propios de la vía y factores resultantes del tránsito.

- **En relación a las condiciones de la Vía**
  - Ancho de los canales de circulación.
  - Ancho de los hombrillos y distancia a los obstáculos laterales.
  - Restricciones en la visibilidad de paso en carreteras.
  - Condiciones del pavimento.
  - Geometría del alineamiento horizontal.
  - Pendientes y su longitud.
- **En relación al Tránsito**
  - Composición del tránsito.
  - Distribución direccional en carreteras de 1 canal por sentido.
  - Características del factor de hora-pico.
  - Fricción interna y externa.

No todos los elementos que afectan la capacidad de una vía pueden ser analizados o cuantificados. La lista anterior no es limitativa. En esta estimación puede influir mucho la experiencia del proyectista, que debe tomar en cuenta los resultados y mediciones obtenidas en obras similares y en entornos parecidos.

### 2.2.12 Niveles de Servicio

De acuerdo, a lo establecido en la “Norma Venezolana para el Proyecto de Carreteras” (1997).

Es una medida cualitativa, que expresa subjetivamente la apreciación de los conductores sobre la calidad del servicio que presta la vía. Generalmente, esta calidad del servicio se describe en términos de la velocidad, tiempos de viaje, facilidad de maniobra, interrupciones en el flujo, seguridad, comodidad y conveniencia.

Se han adoptado seis niveles de servicio, denominados según las 6 primeras letras del abecedario (Niveles A, B, C, D, E, y F). A cada nivel de servicio corresponde un rango de flujo ideal, que se denomina tradicionalmente volumen de servicio, de acuerdo a las condiciones prevalecientes de la vía y del tránsito. En el nivel de servicio E, el flujo máximo del rango corresponde a la capacidad. Las características más resaltantes de esos niveles de servicio son:

- **En Carreteras**
  - **Nivel de Servicio A:** Flujo libre. Velocidad de operación  $\geq 95$  kph. En condiciones ideales, el volumen de servicio es de 500 vph. Libertad para adelantar 75%.
  - **Nivel de Servicio B:** Flujo estable. Velocidad de operación  $\geq 85$  kph. En condiciones ideales, el volumen de servicio es de 850 vph. Alguna restricción en las maniobras para adelantar.
  - **Nivel de Servicio C:** Flujo estable. Velocidad de operación  $\geq 80$  kph. En condiciones ideales, el volumen de servicio es de 1500 vph. Restricciones en las maniobras para adelantar.
  - **Nivel de Servicio D:** Flujo próximo a inestable. Velocidad de operación  $\geq 80$  kph. En condiciones ideales, el volumen de servicio es de 2400 vph.
  - **Nivel de Servicio E:** Flujo inestable. La velocidad de operación es menor de 80 kph, aunque puede variar mucho. En condiciones ideales, el volumen de servicio es de 3200 vph, igual a la capacidad.

- **Nivel de Servicio F:** Flujo forzado, intermitente, con características imprevisibles. La velocidad de operación será menor de 50 kph y el volumen de servicio será alrededor de 2000 vph.
- **En Autopistas**
  - **Nivel de Servicio A:** Flujo libre. Velocidad de operación  $\geq 95$  kph. En condiciones ideales el volumen de servicio es de 1400 vph en 2 canales de un mismo sentido. Cada canal adicional puede llevar 700 vph adicionales.
  - **Nivel de Servicio B:** Flujo estable Velocidad de operación  $\geq 90$  kph. En condiciones ideales el volumen de servicio es de 2200 vph en 2 canales de un mismo sentido. Cada canal adicional puede llevar 700 vph adicionales.
  - **Nivel de Servicio C:** Flujo estable. Velocidad de operación  $\geq 80$  kph. En condiciones ideales el volumen de servicio es de 3100 vph en 2 canales de un mismo sentido. Cada canal adicional puede llevar 1550 vph adicionales.
  - **Nivel de Servicio D:** Flujo próximo a inestable. Velocidad de operación es alrededor de 65 kph. En condiciones ideales el volumen de servicio es de 3700 vph en 2 canales de un mismo sentido. Cada canal adicional puede llevar 1850 vph adicionales.
  - **Nivel de Servicio E:** Flujo inestable. La velocidad de operación varía entre 50 y 55 kph. En condiciones ideales, el volumen de servicio es de 2000 vph por canal e igual a la Capacidad.
  - **Nivel de Servicio F:** Flujo forzado. La velocidad varía entre 50 kph e intermitente. El volumen de servicio carece de significado para caracterizar este nivel.

### 2.2.13 Composición del Tránsito

- **Vehículos livianos:** Se consideran en este grupo, todos aquellos vehículos de 2 ejes y cuatro ruedas. Pertenecen a este grupo todos los automóviles tipo sedán o limusina y algunos camiones livianos de reparto, tales como los generalmente llamados camionetas o panel.

- **Vehículos pesados:** Se consideran en este grupo todos los vehículos con más de 4 ruedas. Típicamente pertenecen a este grupo los camiones, autobuses, remolques y semi-remolques.

#### **2.2.14 La Calzada**

Según, lo descrito por la Norma Venezolana para el Proyecto de Carreteras (1997), la calzada es la zona de la vía destinada a la circulación de los vehículos. Se subdivide en canales de circulación, en cada uno de cuales, los vehículos circulan en fila india. Generalmente, los canales se distribuyen simétricamente a ambos lados del eje de la vía, por sentido de circulación. Sin embargo, pueden establecerse distribuciones asimétricas e incluso variables, según las necesidades del tránsito.

El ancho de los canales de circulación está asociado al carácter de la vía, al volumen del tránsito y a su composición. Se establece en base a valores múltiples de 0,30 m, desde un máximo de 3,60 m, hasta un mínimo de 3,00 m. en tramos rectos. En las curvas puede ser necesario contemplar un sobre-ancho en la calzada, para tomar en cuenta el mayor ancho que ocupan los vehículos cuando giran en curvas de radios reducidos.

- **Autopistas y Vías Expresas**

En autopistas y vías expresas todos los canales deben ser de 3,60 m. No son recomendables canales más anchos porque, además de no producir un aumento significativo en la capacidad de la vía y aumentar los costos de construcción, inducen a la formación de filas intermedias de vehículos, que si contribuyen a producir retardos en la circulación.

- **Carreteras troncales**

En las carreteras troncales, estos deben tener 3,60 m de ancho c/u. No son recomendables anchos de canal mayores, por las mismas razones aducidas en Autopistas y Vías Expresas.

- **Carreteras secundarias**

Se consideran carreteras secundarias, aquellas cuyos volúmenes de circulación no llegan a 1000 TPD. Solamente tienen un canal por sentido.

- En las carreteras secundarias se admite la construcción de canales de circulación de 3,00 m de ancho, si el porcentaje de camiones no excede

del 30%, en cuyo caso, los canales deben ser por lo menos de 3,30 m de ancho.

- En carreteras secundarias, cuyos volúmenes de circulación no excedan de 500 TPD, se admite la construcción de canales de 2,70 m de ancho. No obstante, en ramales de carácter marcadamente agrícola, donde los vehículos pesados son predominantes, es recomendable adoptar canales no menores de 3,00 m de ancho.
- No puede normalizarse la construcción de vías con un solo canal de circulación. Este tipo de vías surge por necesidades muy locales y cuyo origen proviene de la circulación de peatones, ganados o vehículos rústicos y son construidas sin control alguno. No obstante, se recomienda que, en este tipo de vía, se adopte un ancho total no menor de 4,00 m con ensanches ocasionales para permitir el cruce de los vehículos que marchan en sentido contrario o el adelantamiento de vehículos lentos.
- Cuando sea previsible que en una vía secundaria el tránsito pueda crecer mucho, la calzada debe proyectarse de modo que pueda ser ensanchada.

El ensanche debe poder ser construido de un solo lado, a fin de aminorar los costos de construcción. A tal fin, puede disponerse el eje de la vía descentrado con respecto al Derecho de vía.

### **2.2.15 Pendientes Máximas y Mínimas para el Diseño Vial**

#### **• Pendientes Máximas**

Las pendientes máximas admisibles en una carretera, dependen de la velocidad de diseño, de la composición del tránsito y del tipo de terreno atravesado. De acuerdo al tipo de terreno, las pendientes máximas recomendables son las siguientes:

**Tabla 3. Pendientes Máximas de Diseño**

Terreno Llano	De 2% a 3%
Terreno Ondulado	De 3% a 7%
Terreno Montañoso	De 5% a 12%

**Fuente:** Normas Venezolanas para el Proyecto de Carreteras (1997).

El límite inferior de los rangos de pendiente anotados, debe usarse preferentemente en autopistas y vías expresas. El límite superior debe usarse solamente en vías secundarias.

En algunos casos, en vías locales de montaña, se pueden usar pendientes más fuertes, hasta 20%. No obstante, se debe considerar que, en vías secundarias muy pendientes, en muy corto tiempo, los costos de mantenimiento pueden superar cualquier ahorro logrado en el costo de construcción inicial.

- **Pendientes Mínimas**

Las pendientes mínimas que pueden utilizarse, dependen de las facilidades del drenaje superficial de la calzada.

En terrenos muy llanos, con carreteras en terraplén, sin cunetas o brocales laterales, la pendiente puede ser nula, cuando la calzada tiene un bombeo adecuado. Sin embargo, cuando en este tipo de vía las curvas son peraltadas, la transición del peralte crea en la semi-calzada exterior un punto de pendiente transversal nula, en el cual el agua no fluye. En dichos puntos, la pendiente longitudinal debe ser por lo menos de 0,25%, preferiblemente de 0,5%.

En sectores en trinchera, como las cunetas tienen la misma pendiente que la vía, la pendiente mínima debe ser 0,5%, para que puedan escurrir bien las aguas por ellas. Cuando las cunetas son de tierra o con enrocado, la pendiente mínima debe estar entre 0,5% y 1%.

#### **2.2.16 Pendiente de Bombeo**

Según las Normas Venezolanas para el Proyecto de Carreteras (1997), Es la inclinación del 2% que debe tener la calzada, para facilitar el escurrimiento de las aguas superficiales.

Por su parte Villalaz, C. (2007 p.147), la define como la sección transversal de vía que tiene como finalidad, drenar las aguas de las lluvias hacia los lados de esta misma. Debe emplearse dependiendo de la superficie, facilidad de circulación de los vehículos y aspecto de la vía. En Venezuela en rango utilizado varia de un 2% a 1,5% para pavimentos rígidos de concreto hidráulico.

### 2.2.17 Hombrillo

Es la franja adosada a la calzada, destinada a:

- Proveer asilo a vehículos que necesiten detenerse brevemente.
- Proveer un ancho adicional que ayude a un vehículo fuera de control a retornar a su canal de circulación.
- Alejar de la calzada algunas instalaciones, como postes de señalización, defensas y similares.
- Mejorar la visibilidad de frenado para la semi-calzada interna en las curvas horizontales.

Se recomienda no alentar la circulación sistemática de vehículos por el hombrillo. El ancho del hombrillo está directamente vinculado a la categoría de la vía y a la velocidad de diseño de la misma. Debe ser tal, que minimice la influencia de un vehículo estacionado en él, en el tránsito adyacente.

- **Hombrillo en Autopistas y Vías Expresas**

- El hombrillo a la derecha del sentido del tránsito debe ser por lo menos de 2,40 m de ancho y preferiblemente de 3,00 m.
- Cuando la calzada tiene 2 canales de circulación por sentido, los hombrillos a la izquierda deben tener un ancho mínimo 0,90 m.
- Cuando la vía tenga 3 canales de circulación por sentido, el hombrillo adosado a la divisoria debe tener los siguientes anchos.

Para divisoria deprimida            0,90 m.

Para divisoria de barrera            1,20 m.

Los hombrillos deben estar pavimentados y es deseable que su textura y color sea diferente al de la calzada, con la finalidad de no crear confusión entre los usuarios que transitan a través de la vía.

- **Hombrillo en Carreteras**

En las carreteras deben colocarse hombrillos pavimentados a ambos lados de la vía. El ancho de estos hombrillos depende de los volúmenes de diseño. Los anchos normales son los siguientes:

Para TPD hasta 1000 vehículos            1,80 m.

Para TPD mayores a 1000 vehículos            2,40 m.

Sin embargo, para TPD pequeños, los anchos de los hombrillos pavimentados pueden reducirse, siempre y cuando se provea la posibilidad de su ensanche, cuando el volumen del tránsito lo requiera.

Cuando los vehículos pesados son más del 30% del total del TPD, el ancho de los hombrillos debe aumentarse, entre 0,30 y 0,60 m, hasta un máximo de 2,40 m.

### **2.2.18 Pavimento**

La Norma Técnica Fondonorma para Carreteras, Autopistas y Vías Férreas lo define como:

“Superestructura de una vía, construida sobre la sub-rasante y compuesto normalmente por sub-base, base y carpeta de rodamiento, cuya función principal es soportar las cargas rodantes y transmitir los esfuerzos al terreno, distribuyéndolos de tal forma que no produzca deformaciones perjudiciales, así como proveer una superficie plana y resistente a efectos del tránsito seguro y cómodo”. (p. 4)

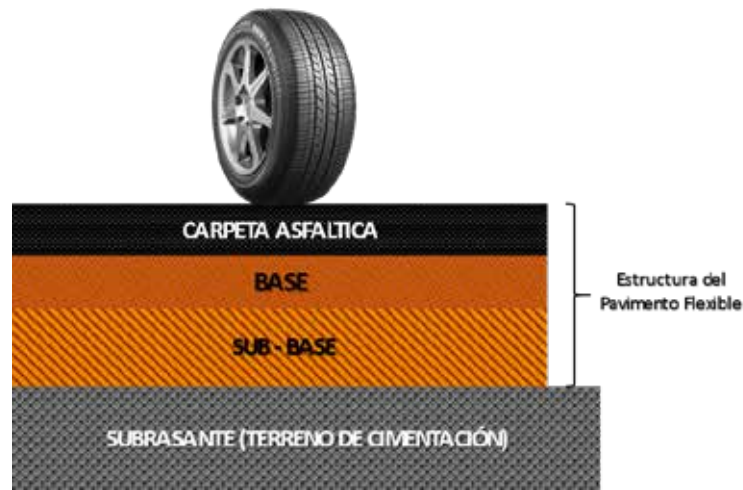
### **2.2.19 Tipos de Pavimento**

Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento del pavimento son: anchura, trazo horizontal y vertical, resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas, además de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aun en condiciones húmedas.

Los pavimentos debido a la forma en que transmiten las cargas vehiculares se clasifican en:

- **Pavimentos Flexibles**

Son aquellos, cuya superficie de rodamiento está constituida por una mezcla asfáltica. Debido a la naturaleza flexible de la carpeta de rodadura las cargas vehiculares se distribuyen en una forma menos eficiente. Por ello, requieren un mayor número de capas granulares para hacer eficiente la transmisión de cargas al suelo de cimentación. Usualmente requieren además de la sub-base, una capa granular de mayor calidad que recibe el nombre de base. (Ver Fig. 3)

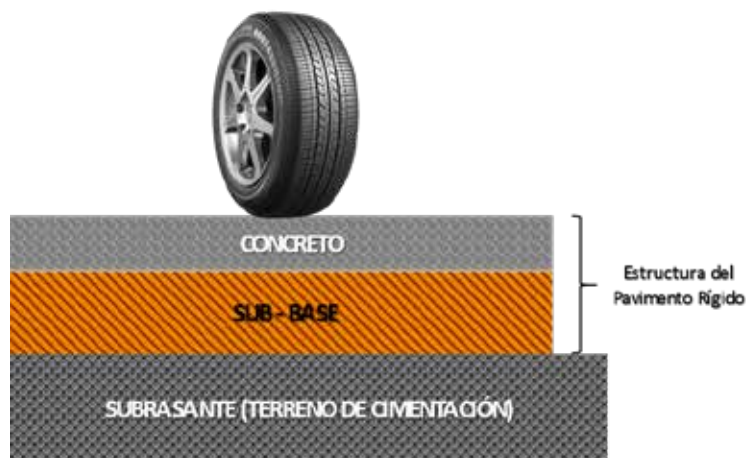


**Figura 3. Estructura del Pavimento Flexible**

Fuente: Miguel A. Bohorquez G. (2018)

- **Pavimentos Rígidos**

Son aquellos que tienen una carpeta de rodadura conformada por concreto de cemento hidráulico. Recibe el nombre de pavimento rígido debido a las propiedades de la carpeta de concreto que absorbe en mayor grado las cargas vehiculares. Debido a la naturaleza rígida de la carpeta de rodadura las cargas vehiculares se distribuyen en una forma más eficiente. Por ello, requieren una estructura con menor número de capas granulares entre la carpeta de rodadura y la sub-rasante para asegurar una adecuada transferencia de cargas. Usualmente requieren una capa granular que recibe el nombre de sub-base. (Ver Fig. 4)



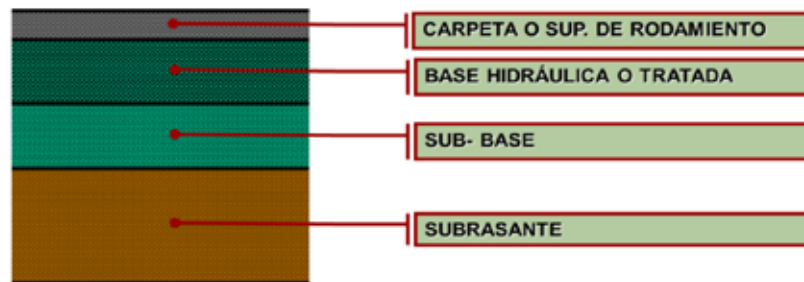
**Figura 4. Estructura del Pavimento Rígido**

Fuente: Miguel A. Bohorquez G. (2018)

### 2.2.20 Tipos de Pavimentos Flexibles

Según lo descrito por Benítez, M.; Borjas F. (2013), los pavimentos flexibles pueden clasificarse en:

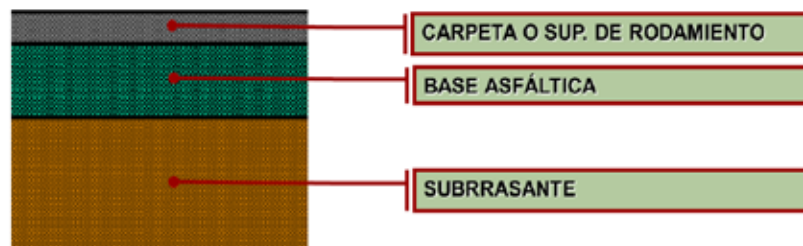
- **Pavimentos Flexibles Convencionales:** Son pavimentos que están formados por capas diversas de materiales cuya resistencia va disminuyendo conforme se incrementa la profundidad a la que están colocadas. (Ver Fig.5)



**Figura 5. Estructura de Pavimentos Convencionales**

**Fuente:** Acuña M., Andía, J., Pavimentos de Caminos II (2014).

- **Pavimentos Full Depth:** Son pavimentos que se encuentran colocando dos o más capas de mezcla asfáltica sobre la sub-rasante, disminuyendo los requisitos de resistencia de las mezclas conforme se alejan las capas de la superficie de rodamiento. (Ver Fig. 6)



**Figura 6. Estructura Pavimentos Full Depth**

**Fuente:** Acuña M., Andía, J., Pavimentos de Caminos II (2014).

- **Pavimentos de Larga Duración:** Tienen una estrecha similitud a los pavimentos Full Depth ya que todas las capas que componen la estructura del pavimento sobre la sub-rasante se conforman con mezclas asfálticas, estos se basan en el concepto de emplear mezclas asfálticas de distintas características, diseñadas de acuerdo a la función que tendrán dentro de la

estructura del pavimento, de manera que la vida útil sea superior a la de una estructura convencional. (Ver Fig.7)



**Figura 7. Estructura de Pavimentos de Larga Duración**

Fuente: Benítez M., Borjas F. (2013) / Adaptación Bohorquez, M. (2018)

### 2.2.21 Fallas en Pavimentos Flexibles

Son las condiciones no deseadas que presenta un pavimento cuando llega a perder las condiciones de capacidad de servicio para las cuales fue diseñado, estas fallas están divididas en diferentes categorías, en las que principalmente se pueden mencionar las siguientes:

- **Fisuras:** Son las fracturas o discontinuidades visibles en la superficie del pavimento, se presentan en la misma dirección del tránsito o transversales a él, la aparición de estas, son indicios de una consolidación deficiente en alguna de las capas estructurales de la vía.
- **Daños Superficiales:** Son los daños que se generan en la superficie de la carpeta de rodamiento, por acción del tránsito vehicular, agentes erosivos como el agua y químicos abrasivos, además del medio ambiente.
- **Deformaciones:** Estas se pueden observar a simple vista en la superficie asfáltica o carpeta de rodamiento, en la mayoría de los casos se genera por un exceso de carga sobre sus capas estructurales.
- **Daños en Capas Estructurales:** Son daños de alta severidad que comprometen la capacidad de servicio de la vía, es importante su

intervención inmediata ya que pudieran acarrear problemas mayores que comprometan el uso por largos periodos de tiempo para la recuperación de la misma.

#### **2.2.22 Tipos de Fisuras en Pavimentos Flexibles.**

Mediante un análisis comparativo realizado entre el Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Flexibles de la Universidad Nacional de Colombia y el Catálogo de Fallas del Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones de República Dominicana se dedujeron los siguientes tipos de fisuras:

- **Fisuras Longitudinales:** Corresponde a la discontinuidad en la carpeta asfáltica, paralela al eje de la calzada. Son indicio de la existencia de esfuerzos de tensión en alguna de las capas de estructura, las cuales han superado la resistencia del material afectado. Su ubicación, suele indicar la causa de la misma. En instancias iniciales puede observarse como una fisura simple, al avanzar desarrolla ramificaciones laterales y fisuras paralelas, al que se le suele referirse como “multiplicidad”. Este tipo de fisuras se miden en metros lineales.

#### **Causas:**

- Asentamientos diferenciales entre las capas estructurales del pavimento.
- Capacidad insuficiente de drenaje para la vía.
- Compactación defectuosa de los diferentes estratos del subsuelo.
- Contracción de la superficie de rodamiento por variaciones bruscas de temperatura.
- Envejecimiento de la carpeta asfáltica.
- Espesor insuficiente para soportar los esfuerzos generados por el tránsito vehicular.
- Oxidación del asfalto.
- Pavimento débil sometido a repeticiones de carga que provocan deflexiones.

- Reflexión de grietas de capas inferiores, generadas en materiales estabilizados o por grietas existentes.

**Niveles de Severidad:** Se define en tres niveles en base a al ancho o abertura promedio y el grado de ramificación con que se desarrollan en el pavimento.

Baja: Fisura simple, con sello en buen estado, de ancho promedio inferior a 1mm, no hay signos de descaramiento ni desnivel.

Media: fisura con descaramiento leve (permite el ingreso de agua), abertura entre 1mm y 3mm.

Alta: Abertura de la fisura mayor a 5mm, bordes severamente descascarados, puede causar movimientos bruscos a los vehículos.

- **Fisuras Transversales:** Fractura que se extiende a través de la superficie en sentido perpendicular al eje de la calzada. Puede afectar todo el carril o ancho de la calzada, como también puede limitarse a corta medida.

**Causas:**

- Apertura de juntas de construcción defectuosamente ejecutadas.
- Contaminación de las capas inferiores en la proximidad de los bordes del pavimento, o deficiente contención lateral.
- Corresponder a zonas de contacto entre corte y terraplén por la diferencia de rigidez.
- Envejecimiento u oxidación del asfalto.
- Espesor insuficiente de la capa de rodadura.
- Riego de la liga insuficiente o ausencia total.

**Niveles de Severidad:**

Baja: fisura simple, de ancho promedio inferior a 5mm, sin signos de descaramiento o desnivel en sus bordes.

Media: Fisura con sello en condición insatisfactorio que permite el ingreso de agua. Ancho promedio mayor de 5mm, la fisura puede producir movimiento al vehículo.

Alta: Borde severamente descascarado, acompañado de múltiples ramificaciones. La fisura causa un fuerte balanceo al vehículo.

- **Fisuras por Flexión de Juntas o Grietas en Placas de Concreto:** Se observan en pavimentos mixtos conformados por una superficie asfáltica sobre losas de hormigón. Aparecen por la proyección en superficie de las juntas de dichas placas, también cuando existen grietas en las placas de concreto rígido que se han reflejado hasta aparecer en la superficie presentando un patrón irregular.

**Causas:**

- Espesor de la capa asfáltica superficial y/o la existencia de otros elementos de refuerzo o retardares en la propagación de las grietas. (refuerzos o aditivos).
- Las cargas del tráfico no desencadenan el fenómeno, sin embargo, las mayores deflexiones que se producen en las juntas como consecuencia de cargas más pesadas, aceleran el proceso.
- Movimiento de las juntas entre las placas de concreto como consecuencia de cambios de temperatura y de humedad.

**Nivel de Severidad:** aplican los mismos criterios que para fisuras transversales y longitudinales.

- **Fisuras en Media luna:** También llamada agrietamiento en arco, su forma es parabólica y están asociadas al movimiento de la bancada por lo que usualmente se presentan acompañadas de hundimientos.

**Causas:**

- Falta de confinamiento lateral de la estructura debido a carencia de bordes.
- anchos de berma insuficientes que llegan hasta el borde del carril y quedan en desnivel con la berma.

**Nivel de Severidad:** Aplican los mismos criterios que para fisuras transversales y longitudinales.

- **Fisuras de Borde:** Fisuras con tendencia longitudinal a semicircular localizadas cerca del borde de la calzada, ya sea por ausencia de berma o por la diferencia de nivel entre la berma y la calzada. La fisura es generada cuando el tránsito vehicular circula muy cerca del borde.

**Causas:**

- Anchos de berma insuficientes que llegan hasta el borde del carril y quedan en desnivel con la berma.
- Falta de confinamiento lateral de la estructura debido a carencia de bordillos.

**Nivel de Severidad:** Aplican los mismos criterios que para fisuras transversales y longitudinales.

- **Fisuras en Bloque:** Fisuras interconectadas que dividen la superficie del pavimento en formas de bloques rectangulares o cuadradas. Su tamaño varía en un rango de 0.9m<sup>2</sup> hasta un máximo de 9m<sup>2</sup>. Cuando resultan de mayor tamaño son identificados generalmente como fisuras longitudinales y transversales.

**Causas:**

- Excesiva contracción de la mezcla asfáltica inducida por cambio de temperatura y/o humedad.
- Debilitamiento brusco de las capas inferiores, generalmente producido por saturación de los materiales.
- Excesivo endurecimiento por deficiencia durante la manipulación o bien una prolongada exposición y oxidación durante el periodo de servicio
- Mezcla asfáltica muy rígida como consecuencia de exceso de filler en la misma.

**Nivel de Severidad:** se definen tres niveles de severidad en función de la severidad de las fisuras que definen los bloques.

Baja: Los bloques se han comenzado a formar, pero no están claramente definidos, formados por fisuras simples transversales o longitudinales.

Media: bloques definidos por fisuras mayores de 1mm hasta 3mm, con sello defectuoso y descaramiento en los bordes.

Alta: bloques bien definidos por fisuras mayores a 3mm, con severo descaramiento en los bordes.

- **Piel de Cocodrilo:** Fisuras interconectadas entre sí, formando en la superficie del pavimento pequeños polígonos irregulares de ángulos agudos. La fisuración tiende a iniciarse en el fondo de las capas asfálticas, donde los esfuerzos de tracción son mayores bajo la acción de cargas, generalmente ocurre en áreas que están sometidas a cargas de tránsito. Es usual encontrarse esta fisura en otras áreas no asociadas al tránsito o espesor de las capas asfálticas sino generadas por problemas de drenaje que afectan los materiales granulares, reparaciones mal ejecutadas, entre otras.

**Causas:**

- Deficiencia en compactación, juntas mal elaboradas e implementación de reparaciones que no corrigen el daño.
- Deformaciones de la sub-rasante.
- Espesor de estructura insuficiente.
- Exceso de mortero en la mezcla, uso de asfalto de alta penetración.
- Fatiga de las mezclas asfálticas bajo cargas repetidas.

**Nivel de Severidad:** Se definen tres niveles de severidad en función del grado de desarrollo del año.

Baja: Fisuras longitudinales menores a los 3mm, que dan origen a polígonos sin evidencia de bombeo.

Media: Los polígonos pueden tener desgaste moderado en los bordes con abertura entre 3mm - 5mm.

Alta: Las aberturas son mayores a 5mm y la formación de polígonos alcanza una longitud significativa en la vía. El descaramiento severo puede ocasionar que los polígonos sean removidos del área debido al movimiento del tráfico.

- **Fisuras por Deslizamiento de Capas:** Corresponden a fisuras en forma de semicírculo o media luna con curvaturas definidas de acuerdo con la fuerza de tracción que produce la llanta en el pavimento.

**Causas:**

- Alto contenido de material arenoso en la mezcla asfáltica.

- Exceso de ligante o presencia de polvo durante la ejecución del riego de liga.
- Paso de tránsito muy pesado y muy lento, en zonas de frenado y acelerado de los vehículos.
- Superficie con mezcla de baja calidad y resistencia, o por la escasa adherencia entre las capas superficiales de la estructura del pavimento.

**Nivel de Severidad:** Similar a los criterios de las fisuras longitudinales y transversales.

Baja: Abertura máxima de las fisuras menor que 1mm.

Media: Abertura máxima entre 1mm y 3 mm, puede haber agrietamiento entre fisuras.

Alta: Abertura máxima mayor de 3mm, con agrietamiento entre fisuras mayores a 1mm.

- **Fisuras Incipientes:** Corresponde a una serie de fisuras contiguas y cerradas que generalmente no se interceptan. Suelen afectar el concreto asfáltico de manera superficial. Por ser daños muy leves no posee nivel de severidad ya que dependerá del factor meteorológico y experiencia del operador en la preparación de la mezcla asfáltica.

**Causas:**

- Diferencia de temperatura entre la mezcla y el medio ambiente en el momento de la colocación.
- Lluvias o precipitaciones durante la colocación del concreto asfáltico.

### 2.2.23 Tipo de Daños Superficiales en Pavimentos Flexibles

Según lo establecido en el Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Flexibles de La Universidad Nacional de Colombia y el Catálogo de Fallas del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones de República Dominicana, los daños superficiales que pueden presentarse en una vía son:

- **Corrimiento Vertical del Hombrillo:** Diferencia de elevación entre la calzada y la berma u hombrillo, debido a un desplazamiento de esta última. Permite la infiltración de agua hacia el interior del pavimento, provocando el deterioro. Para su medición, se cuantifica en longitud afectada.

**Causas:**

- Bombeo del material de base en la berma u hombrillo.
- Diferencias entre los materiales del hombrillo y el pavimento.
- Puede estar asociado con problemas de inestabilidad de los taludes aledaños.

**Niveles de Severidad:**

Bajo: Desplazamiento menores a 6mm.

Medio: Desplazamiento entre 6mm - 25mm.

Alto: Desplazamiento mayor a 25mm.

- **Separación del Hombrillo:** Este daño indica el incremento en la separación de la junta existente entre la calzada y el hombrillo. Permite la filtración de agua hacia el interior de la estructura del pavimento provocando su deterioro. Se cuantifica en longitud afectada.

**Causas:**

- Ausencia de liga entre calzada y hombrillo cuando se construyen por separado.
- Relacionado con el movimiento de la berma debido a problemas de inestabilidad de los taludes aledaños.

**Niveles de Severidad:**

Baja: Abertura menor a 3mm.

Media: Abertura entre 3mm - 10mm.

Alta: Abertura mayor a 10mm.

- **Desgaste Superficial:** Deterioro del pavimento ocasionado principalmente por acción del tránsito, agentes abrasivos o erosivos. Se presenta como pérdida de ligante y mortero. Suele encontrarse en las zonas por donde transita el vehículo. Este daño junto a la acción del medio ambiente y del tránsito acelera el deterioro del pavimento.

**Causas:**

- Acción intensa del agua u otros agentes abrasivos además del tránsito.
- Deficiencia en dosificación de asfalto en la mezcla
- Falta de adherencia del asfalto con los agregados

- Generalmente presenta un deterioro natural del pavimento, aunque si se presenta con severidades medias o altas a edades tempranas puede estar asociado a un endurecimiento significativo del asfalto.

**Niveles de Severidad:**

Baja: Superficie ha perdido textura uniforme y se muestra ligeramente áspera o rugosa, con irregularidades hasta de 3mm aproximadamente.

Media: Cuando las irregularidades tienen una profundidad mayor de 3mm a 10mm. Se observan partículas de agregado grueso, se siente la vibración y diferencia de sonido en llantas al transitar.

Alta: En la superficie ha comenzado a producirse la desintegración superficial de la capa de rodadura y se presenta desprendimientos evidentes.

- **Exudación:** Afloramiento del ligante asfáltico sobre la superficie del pavimento, generalmente brillante, resbaladiza y usualmente pegajosa. Puede afectar la resistencia del deslizamiento. El proceso de exudación es irreversible, el afloramiento del asfalto en temperaturas cálidas no se absorbe durante el clima frío.

**Causas:**

- Asfaltos muy blandos.
- Derrame de ciertos solventes.
- Exceso de asfalto en la mezcla o tratamiento
- Insuficiencia y contenido de vacío (el asfalto colma los vacíos de la mezcla)
- Excesiva compactación de la mezcla o tratamiento asfáltico o dosificación para condiciones de tránsito menores que las reales.

**Niveles de Severidad:**

Bajo: Se hace visible la coloración por efecto de pequeñas migraciones de asfalto, aun aisladas.

Moderada: Apariencia características, con exceso de asfalto libre que conforma una película que cubre parcialmente los agregados, con frecuencia localizada en las huellas de tránsito, se torna pegajosa en climas cálidos.

Alta: Presencia de una cantidad significativa de asfalto en la superficie cubriendo casi la totalidad de los agregados, lo que le da un aspecto húmedo de intensa coloración negra y se torna pegajosa en climas cálidos.

- **Perdida de agregado:** Disgregación superficial de la capa de rodamiento debido a una pérdida gradual de agregados, formando pequeñas depresiones en forma de cráter, haciendo la superficie más rugosa y exponiendo los materiales a la acción del tránsito y los agentes climáticos.

**Causas:**

- Aplicación irregular del ligante en tratamientos superficiales.
- Poca afinidad entre agregado y asfalto.
- Uso de agregados contaminados
- Lluvia durante la aplicación o fraguado del ligante asfáltico
- Endurecimiento significativo del asfalto
- Deficiencia en la compactación de la carpeta asfáltica
- Contaminación de la capa de rodadura con aceite, gasolina, otros.

**Niveles de Severidad:**

Baja: Agregados gruesos han comenzado a desprenderse y se observan pequeños huecos y cuya separación es mayor a 0.15 m.

Media: Mayor desprendimiento de agregados, separaciones entre 0.05 m y 0.15 m.

Alta: Desprendimiento extensivo de agregados finos y gruesos con separaciones menor a 0.05m, haciendo la superficie muy rugosa se observan agregados sueltos.

- **Pulimiento del agregado:** Desgaste acelerado de la superficie, donde se aprecian los agregados excesivamente pulidos. Reduce la adherencia con los neumáticos de los vehículos, y puede alcanzar niveles de riesgo para la seguridad vial. Se mide en metros cuadrado y no tiene ningún grado de severidad.

**Causas:**

- Baja resistencia de algunos agregados al pulimiento.

- Empleo de agregados pétreos de superficie inicialmente pulida en mezcla y tratamiento asfáltico.
  - Excesiva compactación
  - Hundimiento de agregado grueso en el cuerpo de la carpeta, o en la base cuando tratamientos superficiales.
  - Mezcla asfáltica pobre que favorece exposición de los agregados.
  - Tránsito intenso.
- **Surcos:** Franjas o canales longitudinales donde se han perdido los agregados de la mezcla asfáltica. Se mide en metros cuadrados y no tiene ningún grado de severidad.

**Causas:**

- En concreto asfáltico, está relacionado con la erosión producida por agua en zonas de alta pendiente.
- En tratamientos superficiales, distribución transversal defectuosa del ligante bituminoso o del agregado. Genera desprendimiento de los agregados.

**2.2.24 Tipos de Deformaciones en Pavimentos Flexibles**

- **Abultamiento:** Prominencias verticales que se presentan en la superficie del pavimento, puede ser en forma de onda abrupta y pronunciada en pequeñas áreas o en forma de una onda que distorsiona el perfil de la vía. En ambos casos puede estar acompañado de agrietamientos.

**Causas:**

- Acción de heladas en la superficie de la vía.
- Acción del tránsito intenso.
- Compactación inadecuada.
- Deficiente tratamiento de los suelos arcillosos, potencialmente expansivos.
- Deformación plástica de los materiales.
- Estabilidad inadecuada.
- Liga deficiente entre capas

**Niveles de Severidad:**

Baja: Profundidad máxima menos a 10mm, causa poca vibración al vehículo y no genera incomodidad.

Media: Profundidad máxima entre 10mm - 20mm, causa una mayor vibración generando incomodidad al conductor.

Alta: Profundidad máxima mayor a 20mm, causa una vibración excesiva que puede generar un alto grado de incomodidad, haciendo necesario reducir velocidad por seguridad.

- **Ondulaciones:** También conocido como corrugación o rizado, es el movimiento plástico por la ondulación en la superficie del pavimento en sentido perpendicular al eje del camino, con longitudes entre crestas usualmente menores a 1,0 m. y separación menor a 0,6 m. entre ellas.

**Causas:**

- Acción del tránsito en zonas de frenado y estacionamiento.
- Deslizamiento de la capa de rodadura sobre la carpeta inferior por exceso de riego de liga.
- Estabilidad de la mezcla asfáltica deficiente.
- Exceso de compactación de la carpeta asfáltica.
- Exceso o mala calidad de asfalto.
- Excesos de humedad en sub-rasante o capas granulares.
- Falta de curado de las mezclas en la vía.
- Insuficiencia de triturados.
- Unión deficiente entre capas asfálticas y/o base.

**Niveles de Severidad:**

Baja: Profundidad máxima menos a 10mm, causa poca vibración al vehículo y no genera incomodidad.

Media: Profundidad máxima entre 10mm - 20mm, causa una mayor vibración generando incomodidad al conductor.

Alta: Profundidad máxima mayor a 20mm, causa una vibración excesiva que puede generar un alto grado de incomodidad, haciendo necesario reducir velocidad por seguridad.

- **Ahuellamiento:** Depresión localizadas longitudinal a sobre la trayectoria de las llantas de los vehículos. Va acompañado de una elevación de las áreas adyacentes a la zona deprimida y de fisuración. Un Ahuellamiento significativo puede llevar a la falla estructural del pavimento y posibilitar el hidro-planeo por almacenamiento de agua. La deformación plástica tiende a aumentar en climas cálidos. Se mide en metros cuadrados del área afectada, asignando la severidad de acuerdo con la zona de mayor profundidad.

**Causas:**

- Cambios volumétricos del cuerpo de terraplén.
- Cargas excesivas o superiores a las del diseño.
- Compactación inadecuada de las capas durante la construcción.
- Contaminación de capas inferiores a la carpeta de rodamiento.
- Desplome o cedente de los estratos subterráneas.
- Espesores de pavimento insuficientes.
- Peso propio de la sección del pavimento.
- Principalmente por una deformación permanente de alguna de las capas del pavimento o de la sub-rasante.
- Uso de asfaltos blandos o agregados redondeados.

**Niveles de Severidad:**

Bajo: Profundidad menor de 10mm.

Medio: Profundidad entre 10mm - 25mm.

Alta: Profundidad mayor a 25mm.

- **Hundimiento:** Depresión localizada en la superficie original del pavimento. Puede ocurrir en los bordes o en la calzada y estar orientados de forma longitudinal o transversal al eje de la vía, incluso en forma de media luna. En muchos casos es difícil detectarlos. Las causas pueden estar asociadas generalmente a problemas que afectan toda la estructura del pavimento. Se cuantifica el área afectada en metros cuadrados.

**Causas:**

- Asentamientos de la sub-rasante.

- Circulación de tránsito muy pesado.
- Deficiencia de compactación de las capas inferior del pavimento o terraplén.
- Deficiencia de drenaje que afecta a los materiales granulares.
- Diferencia de rigidez de los materiales de la sub-rasante en los sectores de transición entre corte y terraplén.
- Falla de confinamiento lateral de los paseos (hundimiento de borde)
- Inestabilidad de la bancada.
- Pérdida de estabilidad por incremento de humedad en capas de pavimento o fundación.

**Niveles de Severidad:**

Baja: Profundidad menos de 20mm, causa poca vibración y no genera incomodidad al conductor.

Media: Profundidad entre 20mm – 40mm, causa mayor vibración y genera incomodidad al conductor.

Alta: Profundidad mayor de 40mm, causa vibración excesiva y genera alto grado de incomodidad al conductor, haciendo necesario reducir la velocidad por seguridad.

**2.2.25 Daños en Capas Estructurales**

- **Baches o huecos:** Oquedades por desprendimiento o desintegración total de la superficie del pavimento y deja expuesto los materiales granulares, lo cual lleva al aumento del área afectada y al aumento de la profundidad por la acción del tránsito. Se miden en metros cuadrados de área afectada, registrando la mayor severidad existente.

**Causas:**

- Capacidad deficiente de los drenajes.
- Deficiencia de espesores de capas estructurales.
- Disminución de la resistencia de la carpeta asfáltica.
- Pavimento y/o sub-rasante débiles.
- Puntos débiles en la superficie, como consecuencia de otros daños.

- Retención de agua en zonas fisuradas que ante la fricción del tránsito produce reducción de esfuerzos, generando deformaciones.

**Niveles de Severidad:**

Baja: Profundidad de afectación menor o igual que 25mm, corresponde al desprendimiento de tratamiento superficial o capas delgadas.

Medio: Profundidad de afectación entre 25mm - 50mm, deja expuesta la base.

Alta: Profundidad de afectación mayor a 50mm, llega a afectar la base granular.

- **Descascaramiento:** Corresponde al desprendimiento de parte de la capa asfáltica superficial, sin llegar a afectar las capas asfálticas subyacentes. Para su medición, se registra el área afectada para cada severidad en metros cuadrados.

**Causas:**

- Espesor insuficiente de la capa de rodamiento asfáltico
- Limpieza insuficiente previa a tratamientos superficiales
- Mezcla asfáltica muy permeable
- Riego de liga ineficiente

**Niveles de Severidad:**

Baja: Profundidad menor a 10mm.

Media: Profundidad entre 10mm - 25mm.

Alta: Profundidad mayor a 25mm.

- **Bacheo:** Área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado parcial o totalmente con materiales similares a los originales, con el propósito de reparar el pavimento existente. Aunque puede o no presentar daños en el momento de inspección, es necesario el reporte de su extensión porque indica la existencia de un deterioro anterior.

**Causas:**

- Reparación de daños que han alcanzado niveles de severidad inaceptable.
- Reparación de servicios públicos localizados bajo el pavimento

- Corrección de reparaciones defectuosas.

Las causas del deterioro propio del parche pueden establecerse teniendo en cuenta el tipo de daño que presente, pueden estar asociados a:

- Deficiencia en las juntas de construcción.
- Proceso constructivo deficiente.
- Progresión del daño inicial por el cual debió realizarse el parcheo.
- Propagación de daños existentes en áreas aledañas.

#### **Niveles de Severidad:**

Baja: El parche está en muy buena condición y se desempeña satisfactoriamente.

Media: El parche presenta daños de severidad baja o media y deficientes en los bordes.

Alta: El parche está gravemente deteriorado, presentan daños de severidad alta y requiere ser reparado pronto.

#### **2.2.26 Drenaje Vial**

De acuerdo a lo descrito por Franceschi, L. (1984) en su libro *Drenaje Vial* lo define como:

“La recolección, encauzamiento y disposición de las aguas pluviales, tanto superficiales como subterráneas, es esencial para garantizar la estabilidad e integridad de una vía de comunicación. De allí que esa garantía sea el objetivo fundamental de cualquier sistema de drenaje vial. Sin embargo, al cumplir con ese objetivo, no debe descuidarse la razón complementaria del sistema: facilitar el tránsito vehículos.”

#### **2.2.27 Sistemas de Drenaje Vial**

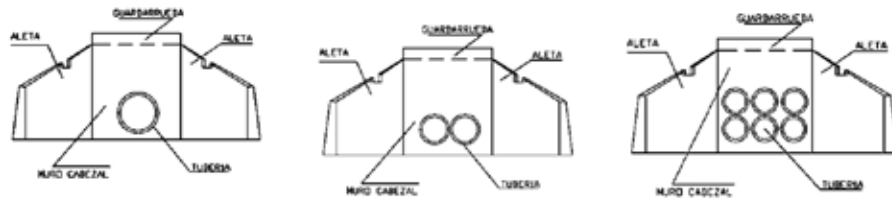
Según Franceschi, L. (1984), es un conjunto de obras de ingeniería que, destinadas a evitar los daños que las aguas pluviales, superficiales o subterráneas puedan causar a la vía de comunicación, así como también reducir los inconvenientes que puedan ocasionar a la circulación de vehículos.

- **Componentes del Sistema de Drenaje Vial**

- **Drenaje Transversal:** Encauzan las aguas para atravesar la vía de comunicación y que la descargan en los cursos de agua que esta cruza. Las alcantarillas y puentes son las obras de drenaje transversal más

representativas de este tipo de drenajes. Al permitir que las aguas cuyo escurrimiento natural ha sido interferido por la vía atraviesan esta sin producir socavaciones ni erosionar los terraplenes, están cumpliendo fundamentalmente la función básica, sin embargo, cumplen también una función complementaria al impedir que las aguas excedan unos límites de inundación aceptables para garantizar el tránsito de vehículos. (p. 12)

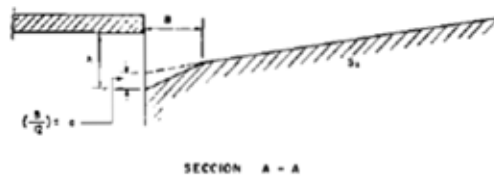
- **Drenaje Longitudinal:** Comprende todas aquellas obras que, en dirección paralela a la vía, van recogiendo el escurrimiento superficial proveniente de ella, de sus taludes y de los terrenos adyacentes. Las Torrenteras, cunetas y canales y zanjas interceptoras son obras típicas de drenaje longitudinal. Estos elementos cumplen primordialmente la función complementaria al concentrar el escurrimiento de las aguas sin reducir excesivamente la capacidad de las vías, además cumplen con la función básica de al impedir que las aguas se desborden sobre los cortes y terraplenes produciendo cárcavas que por erosión regresiva pueden poner en peligro la vía. (p. 13)
- **Sub-drenajes:** Son obras hidráulicas que recogen, conducen y descargan fuera de la vía tanto las aguas subterráneas como aquellas infiltradas a través de los poros, grietas del pavimento y de las juntas de construcción. Este tipo de obras ayudan a mantener secos los pavimentos, garantizando mayor seguridad al tránsito vehicular.
- **Alcantarillas:** Conducto de drenaje transversal, sea de sección circular, abovedada o rectangular, sea construida de metal o concreto armado, con dimensiones que resultan relativamente pequeñas al compararlas con las de la vía que atraviesan. (p. 116)  
(Ver Fig.8)



**Figura 8. Tipos de Alcantarillas**

**Fuente:** Manual para la Inspección de Estructuras de Drenaje. Bogotá Colombia (2006).

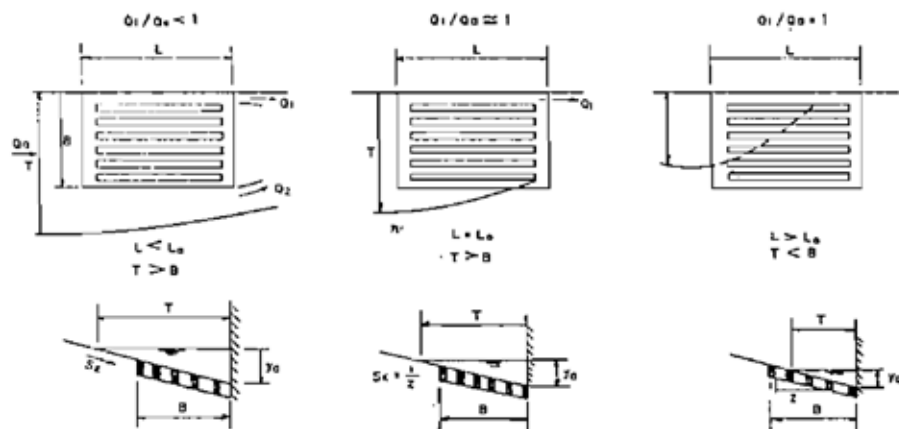
- **Sumideros de Ventana:** Son elementos de drenaje que, generalmente se utilizan cuando se quieren captar las aguas que escurren adosadas a los brocales de las vías. Su capacidad está determinada por la profundidad del flujo aproximación y por las características geométricas de la obra propiamente dicha, que son los factores de que originan las fuerzas de aceleración necesarias para lograr la desviación lateral y permitir así la interceptación total o parcial del escurrimiento superficial. (p. 157) (Ver Fig. 9)



**Figura 9. Vista de Perfil de Sumidero de Ventana**

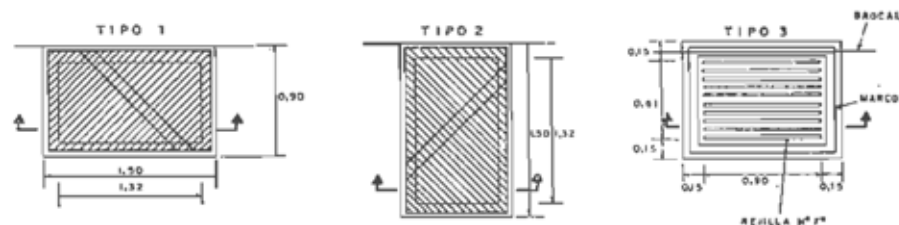
**Fuente:** Franceschi, L. Drenaje Vial (1984).

- **Sumideros de Reja:** Estos elementos realizan la interceptación de las aguas mediante una apertura de donde caigan libremente, es uno de los más recomendables para captación del escurrimiento superficial, siempre y cuando esa apertura no resulte objetable ni peligrosa para el tráfico de vehículos y peatones. Por ello es que, por lo general, la apertura se encuentra protegida por rejas fabricadas con pletinas metálicas separadas, para lograr mayor captación e impedir que a través de ellas pasen objetos o se constituyan peligros para el tráfico de vehículos. (Ver Fig. 10 - 11)



**Figura 10. Vista de Planta y Perfil de Sumideros de Reja**

Fuente: Franceschi, L. Drenaje Vial (1984).



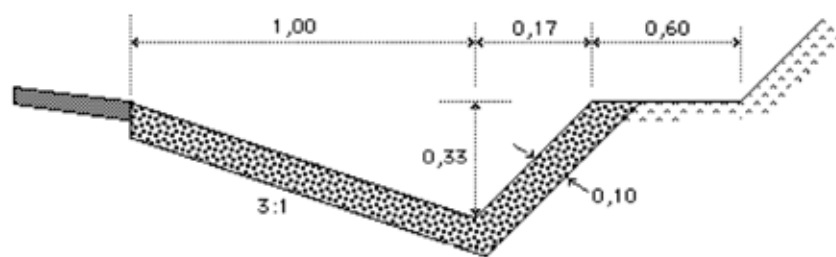
**Figura 11. Tipos de Sumideros de Reja**

Fuente: Franceschi, L. Drenaje Vial (1984).

- **Sumideros Especiales o Mixtos:** Son elementos que se combinan utilizando un sumidero de ventana y un sumidero de reja para aumentar la capacidad de interceptación de las aguas sin aumentar notablemente el costo de la estructura, se usan generalmente para asegurar la capacidad necesaria en caso de posible obstrucción de los sumideros de reja. Rara vez se puede determinar la capacidad combinada sin recurrir a la aplicación de factores de seguridad derivados del comportamiento supuesto para los gastos de aproximación. Por ejemplo, en un punto bajo se recomienda usar sumideros mixtos para asegurar el alivio de las aguas por la ventana, aunque se obstruya la reja; en este caso se procede a estimar la capacidad del sumidero mixto como la de la reja sin obstrucciones. (p. 169)
- **Torrenteras:** Son elementos que pertenecen al sistema de drenajes, no son más que una serie de caídas en forma escalonada que, si su

dimensionamiento es adecuado, logran reducir la energía cinética de las aguas. Una de las desventajas de estas es que pocas veces se puede lograr que la longitud de huella de cada escalón sea suficiente como para absorber la energía adicional adquiridas en su correspondiente contrahuella por este motivo generalmente exceden con frecuencia su capacidad de drenaje. (p.170)

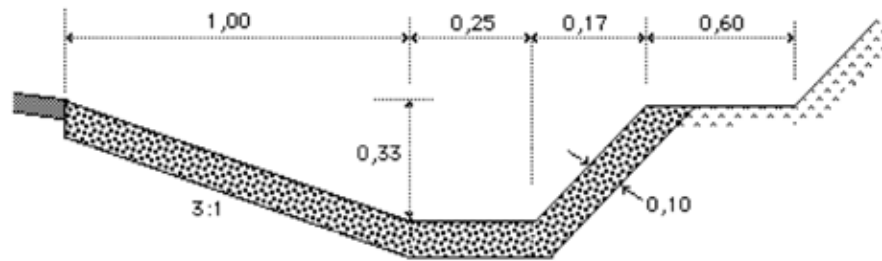
- **Cunetas:** De acuerdo a, las Normas Venezolanas para el Proyecto de Carreteras (1997), las cunetas son canalizaciones que se colocan en el borde externo del hombrillo, tiene por objeto recoger las aguas superficiales de la calzada y las que puedan escurrir por el talud. Las cunetas pueden ser de tierra o revestidas de concreto. El diseño más generalizado de una cuneta revestida es el siguiente:



**Figura 12. Cuneta Tipo 1**

**Fuente:** Normas Venezolanas para el Proyecto de Carreteras (1997).

La capacidad de esta cuneta varía entre 220 lts/seg para una pendiente de 0,5% hasta 760 lts/seg para una pendiente de 6% de pendiente. Cuando esta capacidad es sobrepasada, la cuneta puede ensancharse sin aumentar su profundidad, para no afectar sus características de seguridad. El ensanche se debe hacer en módulos de 0,25 m, a fin de preservar el uso de las formaletas normales. Este ensanche se debe hacer así:



**Figura 13. Cuneta Tipo 2**

**Fuente:** Normas Venezolanas para el Proyecto de Carreteras (1997).

Con un solo ensanche de 0,25 m, la capacidad de la cuneta queda aumentada a 350 lps para 0,5% de pendiente y a 1210 lps para 6% de pendiente. Este no es el único tipo de cuneta a utilizar, pero cualquier diseño debe estar inspirado en las normas de seguridad expuestas y en la posibilidad de poder ser ampliadas sin menoscabo de estas normas. Las cunetas de tierra no tienen una normativa especial. Deben estar inspiradas en las normas de seguridad y la velocidad máxima del agua debe ser la fijada por los estudios geotécnicos correspondientes, pero en ningún caso puede exceder a 2m/seg.

### 2.2.28 Fallas en Sistemas de Drenaje

El Manual para la inspección visual de drenajes, Bogotá, Colombia (2006) plantea los siguientes daños en sistemas de drenaje:

- **Daños de Alcantarillas:**
  - Grietas en la Tubería Principal.
  - Grietas Verticales en la unión muro cabezal y las aletas.
  - Fractura con pérdida parcial o total de la tubería.
  - Grietas o fracturas en canales disipadores y en obras estructurales.
  - Separación de las secciones permitiendo infiltración del agua.
  - Hundimiento o aplastamiento de las secciones de la tubería.
  - Exposición de la tubería a las acciones del tráfico.
  - Exposición del acero de refuerzo en el muro cabezal, aletas y tubería.
  - Socavación del concreto y suelo de fundación de aletas y/o muro cabezal.

- Deterioro y pérdida del mortero en las uniones de la tubería.
  - Defectos constructivos y acabados de la tubería.
  - Mantenimiento Inadecuado.
- **Daños en Cunetas:**

- **Escalonamiento:** Desnivel entre dos módulos de concreto, separados por una junta transversal o desnivel en la junta entre la cuneta y el pavimento.

**Niveles de Severidad**

Bajo:  $e < 6\text{mm}$

Medio:  $6\text{mm} < e < 25\text{mm}$

Alto:  $e > 25\text{mm}$

- **Fisuras:** Son el resultado de esfuerzos que actúan sobre el concreto. Pueden estar relacionadas con problemas intrínsecos del concreto incluyendo los defectos constructivos y en muchos casos tienen su origen en las cargas de tránsito de manera muy rápida o muy lenta.

**Niveles de Severidad:**

Bajo:  $f < 3\text{mm}$  o fisuras selladas que no permitan infiltración de agua suficiente.

Media:  $3\text{mm} < f < 10\text{mm}$ . Se puede observar a presencia de material granular tipo arena y alguna presencia de vegetación.

Alto:  $f > 10\text{mm}$ . En donde se observa un potencial de infiltración importante con material granular y presencia o no de vegetación.

- **Desgaste Superficial:** Corresponde al deterioro de la superficie de la cuneta y está relacionada con altas velocidades de flujo, mala calidad de los materiales de construcción, acción del tránsito, así como otros agentes abrasivos y/o erosivos.

**Niveles de Severidad**

Bajo: Se ha perdido el recubrimiento del agregado que ha comenzado a desgastarse, pero no de manera significativa.

Media: La superficie del concreto es moderadamente rugosa y hay pérdida leve de partículas, sin embargo, no se observa socavación significativa.

Alta: La superficie está muy rugosa y presenta pérdida de partículas, puede presentarse socavación que generara un canal más pequeño por donde pasa el flujo.

- **Desportillamiento:** Consiste en la desintegración de las aristas o del borde de una junta, longitudinal o transversal o una fisura, con pérdida de trozos y que puede afectar hasta unos 5cm dentro de la cuneta.

#### **Niveles de Severidad**

Bajo:  $d < 5\text{cm}$

Media:  $5\text{cm} < d < 15\text{cm}$

Alta:  $d > 15\text{cm}$

- **Fractura de la Estructura:** Se presenta cuando la cuneta posee fisuras en bloques de tamaño mayor a 0,30 m. x 0,30 m. Se considera que hay fractura cuando se presentan más de dos bloques en un módulo.

#### **Niveles de Severidad**

Bajo: Existen más de dos bloques en el módulo de la cuneta sin embargo no hay desplazamientos ni hundimientos del concreto y no se observa infiltración excesiva.

Media: Lo bloques presentan una separación de entre 3mm y 10 mm con algún desplazamiento, sin hundimientos.

Alta: Presentan separaciones entre sí mayores de 10mm, adicionalmente hay desplazamiento y hundimientos que permiten infiltración de agua en las capas inferiores.

- **Separación de la Cuneta:** Indica el ensanchamiento de la junta existente entre la calzada o el hombrillo y la cuneta.

#### **Niveles de Severidad**

Bajo:  $SC < 3\text{mm}$

Media:  $3\text{mm} < SC < 10\text{mm}$

Alta:  $SC > 10\text{mm}$

- **Obstrucción:** Consiste en el depósito de sedimentos que generan estancamiento del agua.

- **Niveles de Severidad**

Bajo: Menos del 1% de la sección se encuentra con material tanto transportado como del que proviene de taludes adyacentes.

Medio: La cuneta se encuentra obstruida en un 30% de su sección transversal.

Alto: La cuneta presenta obstrucciones con más del 30% de su sección transversal.

### **2.2.29 Seguridad Vial**

Se entiende por seguridad en una vía, todas aquellas condiciones implantadas en ella que favorezcan las posibilidades de un conductor para terminar su viaje sin accidentes o, en el caso de sufrirlo, pueda salir de él con menos daños, de acuerdo a las circunstancias. Por consiguiente, las medidas de seguridad que se contemplen en el diseño de la vía, deben poder tolerar pequeños errores del conductor o accidentes menores sin que se produzcan daños de consideración.

Estadísticamente, la mayoría de los conductores consideran muchas de estas medidas de seguridad como restrictivas a la capacidad de maniobra. Por tal razón, dichas medidas deben cumplir con los siguientes principios generales:

- Deben satisfacer una necesidad importante y evidente.
- Deben ser diseñadas para llamar efectivamente la atención.
- Deben presentar un mensaje claro, inequívoco y simple.
- Deben infundir respeto e inducir a su obediencia.
- Deben dar tiempo a reaccionar (5 a 7 segundos).

### **2.2.30 Factores de la vía que ponen en riesgo la seguridad vial**

Los factores inherentes a la vía, que causan accidentes pueden dividirse en dos grupos:

- **Factores inherentes al mantenimiento y uso de la vía:**
  - Superficie de rodamiento irregular o textura inapropiada.
  - Derrumbes y caída de rocas.
  - Inestabilidad del terreno en los bordes de la vía.

- Defensas laterales rotas o en mal estado, especialmente cuando los extremos rotos enfilan hacia el tránsito.
  - Iluminación defectuosa.
  - Demarcado de canales de circulación borrados o poco visibles.
  - Repavimentaciones que aumenten la profundidad de las cunetas o disminuyan la altura de las defensas o divisorias de barrera y que por tal razón comprometan la operación segura de dichas instalaciones.
  - Acumulación de basuras o malezas a los lados de la vía que puedan eventualmente incendiarse.
  - Siembra de árboles en los terrenos adyacentes, accesibles a vehículos fuera de control.
  - Falta de vigilancia.
  - Intersecciones y desvíos mal señalizados.
  - Avisos o vallas luminosas que produzcan encandilamiento o que confundan al conductor, especialmente si su luz es intermitente.
  - Señalizaciones de carácter provisional que no han sido retiradas después que cesan sus causas.
- **Factores inherentes al diseño de la vía**

Ningún diseño vial puede garantizar la eliminación de accidentes. Las normas de seguridad que se adoptan, tienden a reducir la cantidad y la gravedad de los accidentes. Las vías deberán ser diseñadas para que sean tolerantes con errores menores que se cometan al conducir o accidentes mecánicos fortuitos de poca gravedad.

La reducción en la pérdida de vidas y bienes que se producen al ocurrir accidentes es la única justificación para la inversión de los recursos necesarios en obras de protección, destinadas a evitar situaciones tales como las que se describen a continuación:

- Deficiente localización y distribución de los tramos con visibilidad de paso.
- Existencia de tramos con visibilidad de frenado insuficiente.
- Falta de espacios adecuados para estacionar.

- Ubicación, instalación y características inadecuadas de las defensas y sus extremos.
- Señalización incorrecta, confusa o sin dar tiempo a reaccionar.
- Inadecuada correlación entre velocidad, curvatura, peralte, rasante y ancho de los canales de circulación.
- Inadecuada correlación entre el alineamiento horizontal y el vertical.
- Inadecuada correlación entre las características de la vía y el entorno.
- Reducciones bruscas en el ancho de la sección transversal.
- Obras de drenaje cuyo diseño afecte la seguridad en la faja de recuperación lateral.
- Inadecuado diseño de los accesos laterales.

### **2.2.31 Señalización de Carreteras**

La correcta aplicación, instalación, conservación y preservación del sistema de señalización es responsabilidad de la autoridad de la carretera o vialidad urbana. La autoridad correspondiente, en beneficio de los usuarios, determinará las condiciones más apropiadas para dar asesoría a los conductores sobre las condiciones de la vialidad, las regulaciones del tránsito y de los servicios.

La señalización vial se encuentra comprendida dentro del vasto campo de la comunicación. Se debe utilizar un lenguaje común en todo el país, basado en los principios internacionales para que la información que brinda el sistema de señalización sea interpretada inequívocamente.

- **Función:** La función del sistema de señalización es reglamentar, informar y advertir de las condiciones prevalecientes y eventualidades acerca de rutas, direcciones, destinos y lugares de interés donde transitan los usuarios. El sistema de señalización es esencial en todos los lugares donde existan vías de comunicación para coadyuvar a la seguridad de los usuarios. Las señales se instalarán, previo análisis técnico, solo en aquellos lugares donde éstas se justifiquen.
- **Clasificación:** Los elementos que forman parte de la señalización y dispositivos de seguridad son el conjunto integrado de marcas, señales y dispositivos de seguridad que indican la geometría de las carreteras y

vialidades urbanas y dependiendo de su ubicación se clasifican en: señalamiento vertical, señalamiento horizontal y dispositivos de seguridad.

- **Señalamiento Vertical:** Es el conjunto de señales en tableros con leyendas y pictogramas fijados en postes, marcos y otras estructuras. Según su propósito estas señales se clasifican en: señales restrictivas, señales preventivas, señales informativas, señales turísticas y de servicios y señales de mensaje cambiante.
- **Señalamiento Horizontal:** Es el conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas. Sirve también para denotar todos aquellos elementos estructurales que estén instalados dentro del derecho de vía, para regular y canalizar el tránsito de vehículos y peatones, así como proporcionar información a los usuarios.

### **2.2.32 Iluminación Vial**

De acuerdo a lo descrito en el Manual de Iluminación Vial (2015), el objetivo fundamental del alumbrado público es permitir a los usuarios de vialidades, tanto a peatones como a conductores, desplazarse con la mayor seguridad y confort posibles durante la noche. Un alumbrado satisfactorio debe ser continuo y uniforme para que el conductor tenga la facilidad de distinguir con certeza y con todo detalle, el camino que tiene frente a él y sus alrededores aún sin el uso de los faros del automóvil, teniendo el tiempo necesario para efectuar las maniobras necesarias para la prevención de cualquier situación que le ponga en peligro a sí mismo o a otros conductores, y también para la apreciación de todas y cada una de las señales de tránsito, además de dotarle de confort visual mientras conduce.

- **Iluminación y Pavimento**

El color del recubrimiento juega un papel muy importante en los resultados ópticos de una instalación de alumbrado, pues con carpetas de acabado granulado y más claras que las actuales, se obtendrá una superficie más difusora y más reflectora de los rayos luminosos incidentes a ella, procedentes de los equipos de

iluminación, con lo cual se aumentará el rendimiento óptico del conjunto de la instalación y consecuentemente se reflejará en un menor costo de la misma.

### **2.2.33 Mantenimientos de Pavimentos**

Para efectos de preservación de la vida útil de una vialidad, es importante determinar las causas que originan o dan causa a su deterioro, esto deber realizarse principalmente para conocer el tipo de mantenimiento que debe aplicarse a la vía en estudio con la finalidad de plantear soluciones y efectuar las actividades necesarias para devolver las condiciones óptimas de tránsito vehicular.

### **2.2.34 Tipos de Mantenimiento**

El mantenimiento de una vialidad puede clasificarse en dos tipos de mantenimiento como lo es el Mantenimiento Menor, el cual se propone un alcance localizado en un punto en específico de la vía y tiene como objetivo prevenir y corregir mayores daños, por su parte el Mantenimiento Mayor tiene un alcance mucho más amplio y sus labores de manteniendo tienen como objetivo corregir el daño efectivamente y rehabilitar el tramo de vía en cuestión. Por su parte, las acciones complementarias se evaluarán en función de daños adicionales que presente la vía y, que en el desarrollo de algún tipo de mantenimiento sea posible hacer las reparaciones pertinentes.

- **Mantenimiento Menor:** El mantenimiento menor preventivo consiste en aquellas acciones que se ejecutan para proteger el pavimento y corregir fallas incipientes en su estado inicial de evolución. El mantenimiento correctivo se refiere a acciones ejecutadas para corregir o reparar fallas que afectan el nivel de servicio del pavimento, o presentan peligro para los usuarios. Dentro del mantenimiento menor se contemplan acciones aplicadas localmente, entre las cuales se pueden mencionar:
  - Sellado.
  - Bacheo.
  - Sello asfáltico localizado.
  - Nivelación localizada.
  - Fresado y texturizado localizado.

- **Mantenimiento Mayor:** Las acciones de mantenimiento mayor son aplicadas a un tramo de vía, o al menos a una sección importante de la misma. Son actividades programadas y ejecutadas para el mejoramiento sustancial del pavimento. Este tipo de mantenimiento se ha clasificado en: efectivo y correctivo, este último se aplica cuando el nivel de servicio de una vía está por debajo del mínimo aceptable desde el punto de vista funcional, o presenta importante debilitamiento estructural. En estos casos, se requieren acciones de mantenimiento mayor para corregir integralmente el problema. Este tipo de acciones se aplican al pavimento clasificado como "malo". Por su parte el mantenimiento mayor efectivo, se aplica antes que la condición del pavimento alcance un estado crítico, condición regular-baja, dentro de la zona "óptima" de rehabilitación. Dentro de las acciones de mantenimiento mayor se han considerado las siguientes:

  - Tratamientos superficiales
  - Capas asfálticas
  - Remoción por fresado
  - Reciclado
  
- **Acciones Complementarias:** Dentro de estas acciones se agrupan aquellas actividades generalmente localizadas que se requieren para corregir aspectos que afectan la condición de rodaje, y que no dependen directamente del pavimento y su resistencia estructural. Estas actividades o similares son eventualmente requeridas para lograr que las acciones de Mantenimiento cumplan totalmente con su cometido principal, como es el mejoramiento de la calidad de rodaje de una vía. Estas acciones son generalmente necesarias en vías urbanas, se refieren mayormente a:

  - Nivelación de bocas de visita
  - Nivelación de sumideros
  - Suministro de rejillas y marcos metálicos
  - Obras menores complementarias (demolición y construcción de aceras, brocales, etc.)

### 2.3 Definición de Términos Básicos

A continuación, se presenta una serie de términos básicos, técnicos y teóricos no propios del autor, a fin, de garantizar al lector una mejor interpretación sobre el tema desarrollado en la presente investigación.

**Acera:** Parte de una vía destinada principalmente para circulación de peatones, separada de la circulación de vehículos.

**Acometida:** Instalación o sistema de servicios, de donde se derivan conexiones, estructuras o ramales que llegan o finalizan en desagües o terminales.

**Asfalto:** Betún sólido y negro, producto derivado de la resinificación del petróleo, se emplea mezclado con arena en la pavimentación de vías o calzadas de una vialidad. Es de gran resistencia al desgaste, elástico e impermeable.

**Avenida:** Vía peatonal de la corona de una calle destinada al tránsito de personas, generalmente comprendida entre la vía de circulación de vehículos y el alineamiento de las propiedades.

**Base:** Constituye la capa intermedia entre la sub-base y la carpeta de rodadura, utiliza materiales granulares de excelente gradación.

**Bocas de Visita:** Es una estructura vertical hecha generalmente en concreto que tiene como principal función dar paso al personal capacitado para realizar labores de inspección y mantenimiento en colectores del sistema de alcantarillado, drenajes o sub-drenajes.

**Cajón:** Estructura aporricada de una o varias celdas, rectangular o cuadrada, de concreto armado, que se utiliza para permitir el paso del agua a través del cuerpo de la vía o como paso o cruce subterráneo de vía para peatones, vehículos o animales.

**Calle:** Vía vehicular de cualquier tipo que se comunica con otras vías y que comprende tanto las calzadas como las aceras entre dos propiedades privadas o dos espacios de uso público o entre una propiedad privada y un espacio de uso público.

**Canal de Circulación:** Franja de la superficie de rodamiento para la circulación en un sentido de una fila de vehículos, cuyo ancho varía en función de la velocidad, tipo de vehículos previstos y características geométricas de la vía.

**Carpeta Asfáltica:** Es la parte superior del pavimento flexible que proporciona la superficie de rodamiento, es elaborado con material pétreo seleccionado y un producto asfáltico dependiendo del tipo de camino que se va construir.

Carpeta de rodadura:

**Carpeta de rodadura:** Es el elemento principal de la vía que se encarga de soportar los esfuerzos generados por el paso vehicular sobre el tablero consolidado.

**Caudal:** Es la cantidad de fluido que circula o atraviesa una sección en una unidad de tiempo determinada.

**Compactación:** Es el aumento de la densidad del suelo como consecuencia de presiones aplicadas al mismo; es reordenar los granos que lo constituyen para disminuir los vacíos, limitando de esta forma los asentamientos generados por las cargas móviles, así como la permeabilidad de las capas, aumentando además la resistencia a la ruptura y manteniéndose un espesor de capa formal en obra.

**Congestionamiento Vial:** Afectación de la vialidad por volumen excesivo de vehículos, alguna causa humana o natural, que impide la circulación normal de los vehículos, ocasionando la concentración de un número considerable de éstos a la vez, en un espacio determinado.

**Coordenadas:** Ubicación espacial de un punto determinado que se basa en la representación ortogonal, medición de ángulos y medición de distancias desde un punto de origen, hasta proyección del punto sobre cada eje.

**Cota:** Es el valor en números que, en los mapas, se le asigna a un punto específico en el plano para determinar la altitud a la que se encuentra, medida en metros sobre nivel del mar (msnm).

**Cruce de Peatones:** Es la parte de la superficie de rodamiento, marcada o no, destinada al paso de peatones. En intersecciones urbanas, cuando no están marcadas, es la prolongación de la acera.

**Demanda de Transporte:** Factor que se genera por la necesidad de transporte de determinada cantidad de personas en cierto espacio y tiempo.

**Densidad de Tránsito:** Es el número de vehículos que se encuentra en un tramo de longitud unitaria de una vía o un canal en un momento determinado. En veh/Km.

**Escorrentía Superficial:** Se describe como el flujo de agua, lluvia, nieve, u otras fuentes, sobre la tierra, y es un componente principal del ciclo hidrológico.

**Falla:** Defecto en la superficie de rodamiento de un pavimento que puede afectar adversamente su estabilidad y la seguridad, comodidad y rapidez de la circulación del tránsito.

**Geotecnia:** Parte de la geología aplicada que estudia la composición y propiedades de la zona más superficial de la corteza terrestre, para el asiento de todo tipo de construcciones y obras públicas.

**Gestión Vial:** Es la acción de administrar la infraestructura vial del sistema nacional de carreteras, a través de funciones de planeamiento, ejecución, mantenimiento y operación, incluyendo aquellas relacionadas con la preservación de la integridad física del derecho de vía.

**Isla:** Área definida entre canales de tránsito, cuya función es controlar el movimiento de los vehículos y/o servir como refugio de los peatones.

**Inspección de Obras:** Es el ejercicio o servicio profesional orientado a garantizar la mejor realización de la obra como objetivo fundamental y atendiendo a los objetivos generales derivados del interés colectivo y objetivos específicos derivados de los variados intereses que intervienen en el proceso total de la obra.

**Ligante asfáltico:** Material de naturaleza asfáltica, bituminosa, que produce la unión de los componentes de una mezcla. Incluye entre otros: cemento asfáltico, asfaltos líquidos, emulsiones asfálticas.

**Material asfáltico:** De naturaleza bituminosa, empleado por sí solo, en su estado normal o diluido (kerosén, gasoil o gasolina), sin mezclar con algún otro, para función de sellamiento, aislamiento impermeable, o interfase adherente; como por ejemplo riego e imprimación.

**Mezcla asfáltica:** Conglomerado de agregados pétreos unidos mediante un ligante asfáltico.

**Moda:** La moda de un conjunto de datos es el valor que aparece con una mayor frecuencia.

**Obra:** Es la construcción, rehabilitación, remodelación, restauración, ampliación o reparación total o parcial de edificaciones, infraestructuras para servicios básicos,

vialidad, plantas o complejos de plantas, preparación, adecuación de áreas de trabajo. No constituye obra el sólo mantenimiento de edificaciones.

**Pendiente:** La pendiente es una forma de medir el grado de inclinación del terreno. A mayor inclinación mayor valor de pendiente.

**Progresiva:** Es un valor adimensional que se utiliza para determinar la posición a la que se encuentra algún punto de la vía, mide la distancia recorrida horizontalmente y generalmente se representa de la siguiente forma: 0+000, valor el cual ira aumentando acorde a la distancia recorrida.

**Rasante:** Es el alineamiento vertical que define las cotas de la superficie acabada del pavimento, referidas a un eje definido.

**Replanteo:** Representa en una obra el comienzo formal de la misma y se realiza una vez que ha limpiado y nivelado el terreno.

**Semáforo:** Dispositivo de tránsito mediante el cual se regula el movimiento de vehículos y peatones. Como tal permite asignar el derecho de vía a diversas corrientes de tránsito secuencialmente de acuerdo a ciertos criterios de selección de tiempos.

**Sub-base:** Es la capa que está apoyada sobre la sub-rasante compuesta por materiales granulares de buena gradación.

**Sub-rasante:** Es el suelo de cimentación del pavimento pudiendo ser, solo natural debidamente perfilado y compactado, o material de préstamo cuando el suelo natural es deficiente o por requerimiento del diseño geométrico de la vía a proyectar.

**Talud:** Es una superficie inclinada respecto a la horizontal; si se da en forma natural se le denomina ladera, por el contrario, si es hecha por el hombre, se le llama corte o talud artificial; el primero se da cuando se realiza una excavación en una formación térrea, del tipo que ésta fuere, mientras que se llama talud artificial a los lados inclinados de los terraplenes.

**Tanquilla:** Elementos hidráulicos generalmente construidos en concreto de acuerdo al caudal estimado producto de lluvias, recubiertas con una rejilla de hierro que tienen como finalidad, recolectar las aguas pluviales y conducir las hacia la tubería madre.

**Terraplén:** Macizo de tierra con cierta pendiente de inclinación con la que se rellena un hueco, o que se levanta para hacer una defensa, un camino u otra obra ingenieril semejante.

**Topografía:** La Topografía es una disciplina que se especializa en la descripción detallada de la superficie de un terreno. En tanto, para ello se ocupa de estudiar pormenorizadamente el conjunto de principios y procedimientos que facilitan la representación gráfica de las formas y detalles que presenta una superficie en cuestión, ya sean los mismos naturales o artificiales.

**Volumen Crítico:** Es el volumen o la combinación de volúmenes de una vía que produce la mayor utilización de la capacidad (o sea, requiere del mayor tiempo del semáforo en verde). Expresado en vehículos por hora por canal.

**Volumen de servicio:** Es el máximo volumen que puede ser absorbido por una vía o un determinado nivel de servicio.

**Señal de Transito:** Dispositivo instalado a nivel del camino o sobre él, destinado a reglamentar, informar o advertir al tránsito mediante palabras o símbolos determinados.

**Señal de Reglamentación:** Señal usada para notificar sobre disposiciones de leyes o reglamentaciones de tránsito.

**Señal de Prevención:** Señal usada para advertir sobre condiciones en una carretera o calle, o adyacentes a ellas que sean potencialmente peligrosas a las operaciones del tránsito.

**Señal de Información:** Señal usada para indicar rutas, destinos, direcciones, distancias, servicios, puntos de interés u otra información geográfica o cultural.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

El presente capítulo, hace referencia a los métodos y técnicas aplicadas para la recolección de datos e información de la vialidad en estudio, primeramente, basado en hipótesis de manera que, mediante el uso de herramientas metodológicas, llevase a determinar con exactitud los factores y sus variables que generan la problemática existente para que posteriormente permita proponer una solución factible para solventar a la misma.

En este mismo orden de ideas, Balestrini, M. (2006 p. 125) explica que, el marco metodológico:

“Está referido al momento que alude al conjunto de procedimientos lógicos, tecno-operacionales implícitos en todo proceso de investigación, con el objeto de ponerlos de manifiesto y sistematizarlos; a propósito de permitir descubrir y analizar los supuestos del estudio y de reconstruir los datos, a partir de los conceptos teóricos convencionalmente operacionalizados”.

Por su parte, Arias, F. (2012, p. 110), define el Marco Metodológico como: “La metodología del proyecto que incluye el tipo o los tipos de investigación, las técnicas y los instrumentos que serán utilizados para llevar a cabo la indagación. Es el “cómo” se realizará el estudio del problema planteado”.

#### **3.1 Tipo de Investigación**

De acuerdo a la naturaleza de este trabajo de investigación, el estudio se enmarcó dentro de la modalidad de un proyecto factible, debido a que es una propuesta viable, orientada a proporcionar solución o respuesta a problemas planteados a partir de un diagnóstico.

Según la definición de la UPEL (2016, p. 21):

“Consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; que puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos, o procesos. El proyecto debe tener el apoyo en una investigación de tipo documental, y de campo, o un diseño que incluya ambas modalidades”.

Del mismo modo, Arias, F. (2012, p. 134), expone que se trata de: “una propuesta de acción para resolver un problema práctico o satisfacer una necesidad. Es indispensable que dicha propuesta se acompañe de una investigación que demuestre su factibilidad o posibilidad de realización”.

### **3.2 Nivel de Investigación**

Según, Hernández, Fernández y Baptista (1997, p. 60) exponen “Un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas independientemente, para así describir lo que se investiga”

Por su parte, Arias, F. (2012, p. 24), define que la investigación descriptiva “Consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere”.

De acuerdo al tipo de investigación, el grado de conocimientos con que es tratado el tema y atendiendo a lo puntualizado por estos autores, el nivel del presente estudio es de tipo descriptivo. Permitiendo diagnosticar, analizar, cualificar y cuantificar los problemas presentes en la vía en estudio para que, mediante la investigación de campo proponer las posibles soluciones.

### **3.3 Diseño de la Investigación**

A los fines de este trabajo de investigación, se determinó que el mismo presentó un diseño de campo, no experimental; ya que se enmarcó en la búsqueda de extraer los datos directamente de la realidad o zona en estudio, y no se obtuvo control directo de las variables. Por lo que solo se limitó a observar los acontecimientos del tramo estudiado, en este caso la Av. Cuatricentenaria del Municipio Valencia, Edo. Carabobo.

Balestrini, M. (2006, p. 135) cita: “El experimento de campo es un estudio de investigación en una situación real, donde una o más variables independientes son manipuladas por el experimentador bajo condiciones controladas con el máximo cuidado que permita la situación” (Kelinger, 1985, p. 283).

Por su parte, la UPEL (2016, p.18) define el diseño de la investigación como:

“El análisis de problemas en la realidad, el con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas u efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo. Los datos de interés son recogidos en forma directa de la realidad; en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originales o primarios”.

### **3.4 Población y Muestra**

La UPEL (2016, p. 34), en su manual para la elaboración de trabajos de grado, define estos términos como:

“...universo afectado por el estudio, el grupo seleccionado, las características, tamaño y metodología seguida para la selección de la muestra o de lo sujetos, la asignación de las unidades a grupos o categorías y otros aspectos que se consideren necesarios. En el caso de los estudios de campo realizados con enfoques en los cuales los conceptos de población y muestra no sean aplicables, se describirán los sujetos, fenómenos o unidades de la investigación, así como también los criterios utilizados para su escogencia”.

#### **3.4.1 Población**

Balestrini, M. (2006, p. 137) cita a Néstor Gabaldón Mejía quién define la población como: “...un conjunto finito o infinito de personas, casos o elementos que presentan características comunes”.

Además, Balestrini, M. (2006, p. 140) cita a Ángel Alcaide y define la población como: “...cualquier conjunto de elementos de los que se quiere conocer o investigar alguna o algunas de sus características”.

En relación a lo expuesto por Balestrini, con base en lo citado en el texto, la población a considerar para la elaboración del presente trabajo de investigación, está conformada por los usuarios que residen en las adyacencias y transitan a través de la Av. Cuatricentaria del Municipio Valencia, Edo. Carabobo.

#### **3.4.2 Muestra**

Según lo expuesto por Hernández, Fernández y Baptista (1997, p. 212), “La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población”.

Así mismo, Balestrini, M. (2006, p. 141) cita a Néstor Gabaldón Mejía definiendo que la muestra "...es una parte de la población, o sea, un número de individuos u objetos seleccionados científicamente, cada uno de los es un elemento del universo. La muestra es obtenida con el fin de investigar, a partir del conocimiento de sus características particulares, las propiedades de una población".

En efecto, la muestra está constituida por el tráfico vehicular que transita en la Av. Cuatricentaria del Municipio Valencia, Edo. Carabobo.

### **3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

Hernández, Fernández y Baptista (1997, p. 242) define "Un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente a los conceptos o variables que el investigador tiene en mente".

Por su parte, Balestrini, M. (2006, p. 145) señala: "...conjunto de técnicas que permitirán cumplir con los requisitos establecidos en el paradigma científico, vinculados a el carácter específico de las diferentes etapas de este proceso investigativo y especialmente referidos al momento teórico y al momento metodológico de la investigación".

Así pues, el presente trabajo de investigación, se basa en la técnica de recolección de información a través, de la observación directa no participativa. Además, del uso de los instrumentos de recolección de datos como una libreta de anotaciones, planilla de inspección del tipo "Lista de Cotejo", dicha planilla fue sometida a juicio de expertos con experiencia en las diferentes ramas de la ingeniería civil, además de empleo el uso de cámara fotográfica como evidencia de los fenómenos asociados a la problemática, suscitada en la Av. Cuatricentaria del Municipio Valencia, Edo. Carabobo.

#### **3.5.1 Observación no participante**

Arias, F. (2012 p. 69) señala que: "Es la que se realiza cuando el investigador observa de manera neutral sin involucrarse en el medio o realidad en la que se realiza el estudio".

### **3.6 Fases Metodológicas**

Para desarrollar el presente trabajo de investigación, este se dividirá en cuatro fases metodológicas de investigación, las cuales representan cada uno de los

objetivos específicos a evaluar, a fin de profundizar en cada uno de estos los factores que describen la problemática y así, desarrollar los procedimientos a seguir para alcanzar a cabalidad el objetivo general y proponer una solución factible a través de los lineamientos generales para el control de calidad en la Av. Cuatricentenaria del Municipio Valencia del Estado Carabobo.

**Fase I: Definir los factores que influyen en el deterioro de la vialidad en la Av. Cuatricentenaria del Municipio Valencia, Edo. Carabobo.**

En esta fase, se realizó una serie de investigaciones en libros de texto, manuales de inspección vial, internet y trabajos de grado relacionados al tema que trata esta investigación, para determinar qué o cuales son las causas influyentes en el deterioro de una vialidad. Posteriormente, se hizo un diagnóstico general del estado en el que se encuentra la Av. Cuatricentenaria del Municipio Valencia, Edo. Carabobo para así, finalmente definir cuáles son los factores presentes en la vía mediante una relación y comparación de estos factores observados “in situ” con la información proporcionada en las diferentes fuentes informativas.

**Fase II: Determinar cuáles son las variables que están presentes en cada factor que afecta en el deterioro de la vía.**

En esta fase del proyecto de investigación, se estructurarán y definirán las variables presentes en estos factores definidos anteriormente en la Fase I, a través de la implementación de un diagrama de Ishikawa “causa-efecto” el cual nos dará un enfoque más amplio y claro sobre las variables que se encuentran presentes en cada factor y que, además, repercuten directamente en el deterioro de la Av. Cuatricentenaria del Municipio Valencia, Edo. Carabobo, acortando progresivamente su vida útil dificultando en tránsito terrestre a través de esta.

**Fase III: Analizar cada factor y sus variables para proponer una solución factible para la mejora de la vía de la Av. Cuatricentenaria del Municipio Valencia, Edo. Carabobo.**

Para desarrollar esta fase, se requerirá seccionar la vía en cinco (05) tramos para facilitar el estudio de la misma. Ya que en todo proceso para elaborar un control calidad la premisa parte de que lo que no se puede medir, no se controlar, en efecto, es justamente necesario cualificar los daños presentes con el fin de

cuantificar cada uno de estos, a través del instrumento propuesto, a fin, de determinar un índice de vulnerabilidad al deterioro que presenta la vía, a causa de los diferentes factores y sus variables para proponer así, los lineamientos adecuados para el control de calidad de la vía en estudio.

**Fase IV: Proponer mediante el análisis previo, una serie de lineamientos generales para el control de calidad, adecuado a la vía en la Av. Cuatricentenaria del Municipio Valencia, Edo. Carabobo.**

Por último, mediante el análisis previo y los resultados que se obtendrán de esta investigación de campo, se pretende proponer una serie de lineamientos que basados en los criterios de factibilidad, funcionalidad, operatividad y calidad de servicio a seguir para prolongar la vida útil y preservar el buen estado de la Av. Cuatricentenaria del Municipio Valencia, Edo. Carabobo, así pues, a través de una Matriz FODA definir las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que puedan influir en la elaboración de un adecuado control de calidad, que permita efectivamente realizar las labores de mantenimiento, acondicionamiento y rehabilitación de la vía caso estudio.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 4.1 Definir los factores que influyen en el deterioro de la vialidad en la Av. Cuatricentenaria del Municipio Valencia, Edo. Carabobo.

Mediante el análisis investigativo, realizado a través de diferentes fuentes de información confiables que guardan estrecha relación con el tema a tratar y una serie de fotografías tomadas para comparar con la teoría ya existente, se logró determinar que la vía en estudio cuenta con una serie de factores que influyen al deterioro de la misma, entre estos factores se debe mencionar los siguientes:

- **Fisuras:** Estas grietas se observaron en la superficie del pavimento a lo largo de todo el tramo en estudio, específicamente desde el “Punto A” ubicado en intersección del semáforo de la Av. Andrés Eloy Blanco con cruce en sentido a la Av. Paseo Cuatricentenario, hasta el “Punto B” ubicado en entrada de la “Urb. Terrazas del Country” sector Guataparo, dichas fisuras varían en su longitud, espesor y forma, además no cumplen con un patrón regular el cual se extiende a través de la carpeta asfáltica pero no llegan a cortar todo la carpeta de rodamiento.



**Figura 14. Fisuras Av. Cuatricentenaria Sentido Sureste / Noroeste**

Fuente: Miguel A. Bohorquez G. (2018)

- **Daños Superficiales:** De acuerdo a la primera inspección ocular realizada a la Av. Cuatricentenaria, se evidenció un alto grado de desgaste de la capa superficial de rodamiento, observando una considerable de cantidad de material suelto y agregados finos sobre la carpeta asfáltica, comprometiendo

el libre tránsito de los usuarios en condiciones óptimas sobre la vía en estudio, ya que expone la composición interna del asfalto a agentes erosivos y abrasivos que puedan contribuir al deterioro progresivo aún más acelerado, acompañado de daños con un mayor grado de severidad que actualmente ya empiezan a ser notables.



**Figura 15. Daños Superficiales Av. Cuatricentaria**

**Fuente:** Miguel A. Bohorquez G. (2018)

- **Deformaciones:** Se determinó visualmente y sustentado en la teoría propuesta en algunos manuales para el mantenimiento de vías, que en algunas zonas de la “Av. Cuatricentaria” se ha sobrepasado el límite elástico de la estructura del pavimento para las cargas a las que fue diseñado, esto ha producido malformaciones en la carpeta de rodadura producto de la acumulación de deformaciones que se encuentran en rango elástico, luego pasan a estar en rango inelástico y que por el constante tránsito vehicular no vuelven a su estado original, así pues, la deformación es permanente generando una notable disminución de la capacidad de servicio de la vía que trae como consecuencia que los usuarios realicen maniobras forzosas para evitar transitar incómodamente sobre estas.



**Figura 16. Deformaciones Av. Cuatricentenario**

Fuente: Miguel A. Bohorquez G. (2018)

- **Daños en Capas Estructurales:** La superficie presenta grandes oquedades en su composición estructural, estas se conocen comúnmente como “Huecos” que poseen diámetros de hasta 1,50 metros, en los cuales se pudo observar a simple vista que el espesor de la carpeta de rodadura no sobrepasa en algunas zonas los 12 cm, comprometiendo la base y sub-base que deben soportar mayores esfuerzos del tránsito vehicular, además, se observó que estos almacenan una considerable cantidad de agua ya que en los actuales periodos de precipitaciones, el agua que no escurre a través de la calzada se queda empozada dentro de estos agujeros agravando el daño.



**Figura 17. Daños en Capas Estructurales de la Av. Cuatricentenario**

Fuente: Miguel A. Bohorquez G. (2018)

- **Deficiencia en Sistemas Hidráulicos:** Resulta complicado evaluar las condiciones en las que se encuentran los elementos hidráulicos

pertenecientes a la Av. Cuatricentenaria, ya que, para hacer una inspección profunda, se requiere contar con una serie de permisos otorgados por la Alcaldía del Municipio Valencia del Estado Carabobo, además, es necesario contar con un personal especializado en evaluar las condiciones de estos elementos, sin embargo, la investigación se limitó a evaluar las condiciones superficiales de estos y plantear una hipótesis a priori, usando herramientas de recolección de datos a través de registros fotográficos, determinando que existen diferentes tipos de drenajes en la vía en estudio, como es el caso de treinta y tres (33) sumideros de tipo ventana, que en su mayoría se encuentran obstruidos en la entrada de captación de agua, además de tres (03) sumideros transversales tipo reja, en los cuales se observa que no se ha hecho mantenimiento en un largo periodo de tiempo considerable. Para determinar si esta vía cuenta con una pendiente de bombeo mínima correspondiente al 2%, se utilizó el método práctico de aproximación con el cual se determinó que en sentido Noroeste de la vía (Elevado “Los Colorados” – Guataparo), el carril izquierdo cuenta con la pendiente mínima de bombeo de 2% mientras que el carril derecho posee una pendiente del 1%, en sentido opuesto Sureste (Guataparo – Elevado “Los Colorados”), ambos carriles poseen una pendiente mínima del 2% para drenar las aguas pluviales. (Ver Fig. 12 - 14).



**Figura 18. Sumideros de Ventana Av. Cuatricentenaria**

**Fuente:** Miguel A. Bohorquez G. (2018)



**Figura 19. Sumideros de Reja Av. Cuatricentenaria**

Fuente: Miguel A. Bohorquez G.



**Figura 20. Pendientes de Bombeo Sentido Noroeste / Sureste**

Fuente: Miguel A. Bohorquez G.

- Afectaciones por el Medio Ambiente:** El medio ambiente es un factor de alto riesgo para el tránsito vehicular en la Av. Cuatricentenaria, presenta taludes irregulares que, en épocas de lluvia ha representado un riesgo por su cadencia ante las acciones erosivas del agua proveniente de las precipitaciones, estas, causan alteraciones en el flujo normal de tránsito vehicular, obligando al usuario a realizar maniobras inadecuadas para lograr trasladarse de un punto de la vía a otro a razón de que la vía se encuentra cerrada por deslaves de tierra o rocas que conformaban el talud en cuestión. Los largos periodos de precipitaciones, generan un colapso en los sistemas de drenajes que están obstaculizados entre otros elementos, por tierra, ramas, raíces y escombros. La acumulación de agua en la calzada, es infiltrada a través de las fisuras en la carpeta de rodamiento, ocasionando a futuro una disminución de la resistencia de las capas estructurales producto,

de la gelificación del suelo y que en corto plazo la calzada presentes daños que requieran un mantenimiento mayor.

La alta densidad de vegetación en la zona, amerita una reconsideración de desplante y reubicación muchos de los arboles han comenzado a afectar la estructura del pavimento y la aceras donde transitan los transeúntes.



**Figura 21. Taludes Irregulares Av. Cuatricentenaria**

Fuente: Miguel A. Bohorquez G. (2018)

- **Daños causados por mala acción del Hombre:** El factor hombre es uno de los principales agentes que contribuye al deterioro de la vialidad, la disposición inadecuada de desechos produce infiltración en la carpeta de rodamiento absorbiendo un agente altamente contaminante como es el Lixiviado, además de la falta de mantenimiento de los vehículos del aseo urbano que al transitar a través de la vía, riegan en toda la calzada este contaminante, en conjunto con otros aceites segregados por los vehículos automotores, crean una capa delgada de componentes químicos que con el pasar de tiempo han degradado la calidad de los materiales que componen la superficie carpeta de rodadura, ha de notar que esta no es una de las principales que afecta la condición del pavimento.

Las altas velocidades a la que muchas veces transitan los usuarios a través de esta vía, genera un desgaste del pavimento mucho más progresivo que en condiciones normales ya que la fricción que se genera entre el asfalto y el neumático produce mucha energía que a su vez, se traduce en calor, por consiguiente, la variación repentina en los gradientes de temperatura en el

asfalto, generan pequeñas fisuras que a largo plazo se han convertido en fisuras con un mayor grado de severidad.

Considerando que la vialidad está compuesta por elementos de seguridad vial, drenajes, entre otros, vale la pena destacar que son factores que se han ven afectados por la mala acción del hombre. El hurto de tapas de bocas de visita, rejas de tanquillas, señales de tránsito, robo de cables del tendido eléctrico de la vía, luminarias de los postes de luz, ha hecho que la calidad de servicio de esta importante vía colectora se vea comprometida.

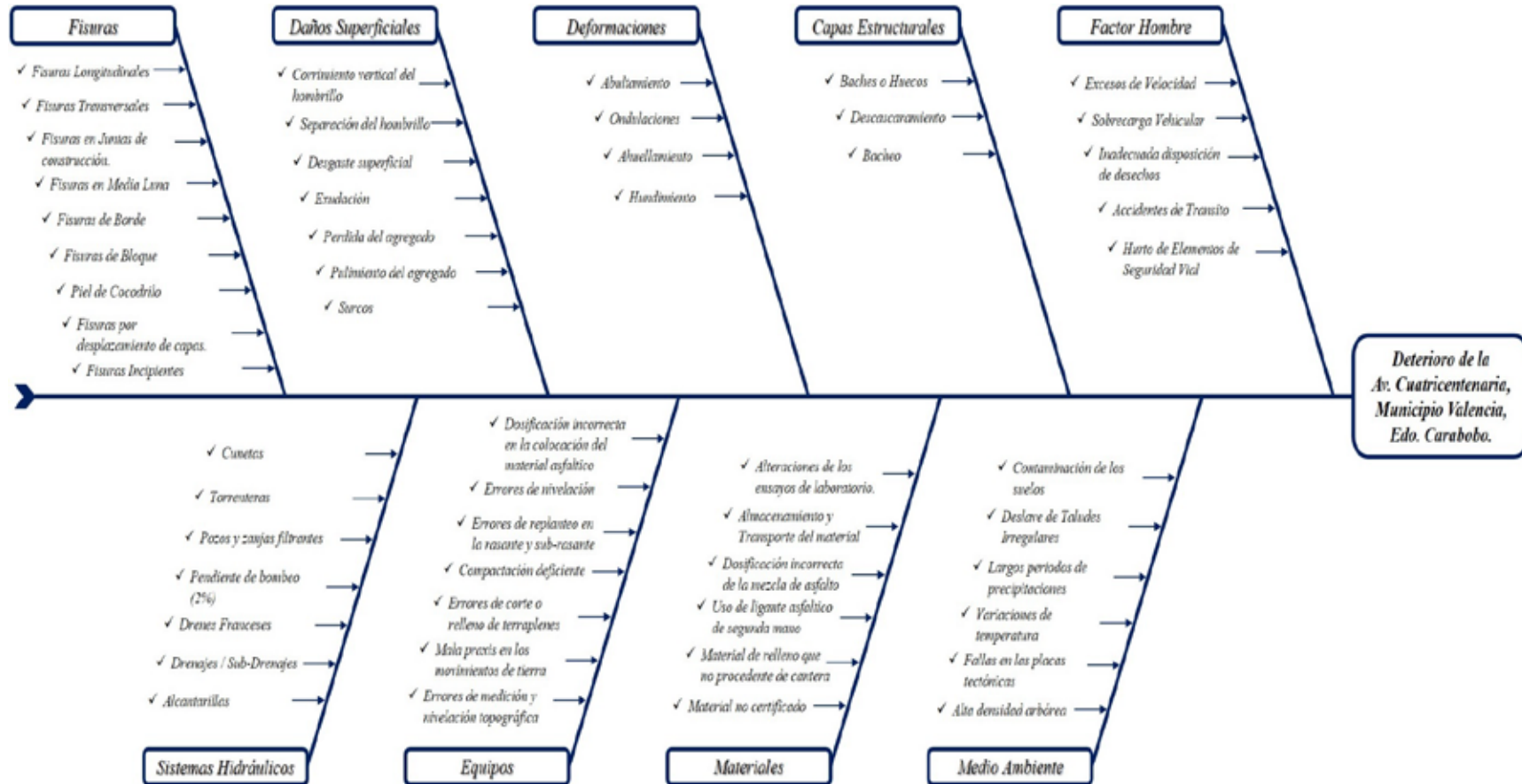
- **Deficiencia en los Materiales de Construcción y Equipos:** La falta de equipos profesionales de inspección para determinar cómo está constituida la estructura del pavimento de la Av. Cuatricentenaria, dificultan para el presente trabajo de investigación saber a ciencia cierta, si para la elaboración de esta y durante posibles reparaciones que se hayan hecho en el pasado, se han utilizado materiales de primera calidad., por tanto, es poco responsable emitir comentarios sobre si se hizo uso adecuado o no adecuado apuntando a una teoría que no está demostrada.

#### **4.2 Determinar cuáles son las variables que están presentes en cada factor que afecta en el deterioro de la vía.**

De acuerdo a las fuentes bibliográficas consultadas y el trabajo investigación realizado en campo, se hizo una comparación con lo analizado en los diferentes manuales de inspección de pavimentos, drenajes, normativas y trabajos de investigación, en base a esto se logró determinar que lo observado en la Av. Cuatricentenaria, presenta una gran similitud con los factores que afectan al deterioro de las vías en otros países, como es el caso de Colombia, México y República Dominicana.

Basado en el método de análisis del Dr. Kaoru Ishikawa para determinar todas causas que generan un problema y la comparación que realizó con otros países, se estructuró un diagrama de causa-efecto adecuado a las condiciones observadas en la inspección ocular en la vía caso estudio para tener un enfoque más amplio de los diferentes factores y variables que generan el deterioro de esta importante vía colectora. (Ver Fig. 21)

**Figura 22. Diagrama Causa Efecto Av. Cuatricentenaria, Municipio Valencia, Edo. Carabobo**



Fuente: Miguel A. Bohorquez G. (2018)

### 4.3 Analizar cada factor y sus variables para proponer una solución factible para la mejora de la vía de la Av. Cuatricentenario del Municipio Valencia, Edo. Carabobo.

Para poder analizar cada factor junto a sus variables es indispensable y justamente necesario, medir el grado de severidad que poseen cada uno de estos para poder controlar y corregir las falencias que presenta la vía caso estudio, y así, mediante la elaboración de un instrumento de recolección de datos e información técnica sobre las condiciones en las que se encuentra la vía, generar un índice de vulnerabilidad al deterioro de la Av. Cuatricentenario.

Este instrumento de medición se basa en un modelo de planilla de inspección propuesto en el **“Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Flexibles”**, el cual fue elaborado a través de un convenio interadministrativo entre la Universidad Nacional de Colombia con sede en Bogotá, conjuntamente con el Ministerio de Transporte en el año 2006.

TIPO DE DAÑO	CONVENC.	SEVERIDADES		
		BAJA	MEDIA	ALTO
<b>FISURAS</b>				
Fisuras longitudinales (m)	FL	Abertura = 1mm o selladas.	Abertura 1-5mm, en seco; algunas fisuras leves lo cruzan.	Abertura = 3mm, pocas alto desgasta; algunas fisuras median las cruzan, causa vibración al vehículo.
Fisuras transversales (m)	FT			
Fisuras en juntas de construcción (m)	FOL, FOT			
Reflexión de juntas de pavimentos rígidos (m)	FJL, FJT			
Fisuras en media luna (m2)	FML			
Fisuras de borde (m)	FBO			
Fisuras en bloque (m2)	FB	Los bloques se han comenzado a formar, pero no están claramente definidos, y están contaminados por fleuras = 1mm o selladas, en desgaste en áreas.	Bloques definidos por fleuras 1-5mm, o sin sellados, con desgaste leve.	Bloques bien definidos por fleuras = 3mm que presentan alto desgaste.
Piel de cocodrilo (m2)	PC	Rede de fleuras longitudinales paralelas con anchura de hasta 3mm, principalmente en la junta.	Las fleuras han formado bloques que tienen un ligero desgaste en las bordes.	Área con bloques sueltos de bordes desgastados, puede estar borboso.
Fisuras por desplazamiento de capas (m2)	FDC	Fleuras = 1mm o selladas.	Fleuras 1-5mm pueden estar ligeramente alrededor con aberturas menores a 1 mm.	Fleuras = 3mm pueden estar ligeramente entre las fleuras con aberturas mayores a 1 mm.
Fonación incipiente (m2)	FIN	Sin grado de severidad asociados.		
<b>DEFORMACIONES</b>				
Ondulaciones (m2)	OND	Altura = 10mm	Altura 10-20mm	Altura = 20mm
Abultamiento (m2)	AB			
Hundimiento (m2)	HUN	Altura = 20mm	Altura 20-40mm	Altura = 40mm
Anivellamiento (m2)	AHU	Altura = 10mm	Altura 10-25mm	Altura = 25mm
<b>DAÑOS SUPERFICIALES</b>				
Desgaste superficial (m2)	DSU	Pérdida de la textura uniforme de la superficie, con irregularidades hasta de 3 mm.	Profundidad de las irregularidades entre 3 mm y 10 mm, se observa el agregado grueso, el vehículo experimenta vibración y ruidos.	Se ha comenzado a desmenuzarse la superficie, presenta desgastamientos evidentes y partículas sueltas sobre la cubierta.
Pérdida del agregado (m2)	PA	Se observan pequeñas huecos cuya separación mayor a 0,15 m.	Existe un mayor desmenuzamiento de agregado, con separaciones entre 0,15 m y 0,30 m.	Desmenuzamiento extenso de agregado con separaciones menores a 0,30 m, superficie muy rugosa, se observan agregados sueltos.
Pulimento del agregado (m2)	PU	Sin grado de severidad asociados.		
Cabezas duras (m2)	CD	Sin grado de severidad asociados.		
Exudación (m2)	EX	Se hace visible en la superficie en fleuras selladas y de espesor delgado que no cubre las agregadas gruesas.	Cuando de sellado libre que conforma una película cubriendo parcialmente los agregados.	Cantidad significativa de sellado en la superficie cubriendo casi la totalidad de los agregados, aspecto llamado de intensa coloración negra.
Surcos (m2)	SU	Sin grado de severidad asociados.		
<b>DETERIORO DE CAPAS ESTRUCTURALES</b>				
Descascaramiento (m2)	DC	Altura = 10mm	Altura 10-25mm	Altura = 25mm
Bache o hueco (m2)	BCH	Profundidad = 25 mm, corresponde al desplazamiento de tratamientos superficiales o cierre de fleuras.	Profundidad entre 25-50 mm, afecta incluso la base sellada.	Profundidad = 50mm, llega a afectar la base granular.
Parcheo (m2)	PCH	Está en muy buen estado; se demuestran sellados.	Presenta algunos daños de severidad baja a media y dañados en los bordes.	Presenta daños de severidad alta y requiere ser reparado pronto.
<b>OTROS DAÑOS</b>				
Corrimiento vertical de la balsa <sup>(1)</sup> (m, h)	CV	Altura = 5mm	Altura 5-25mm	Altura = 25mm
Separación de la balsa (m, s)	SB	Ancho = 3mm	Altura 3-10mm	Altura = 10mm
Aforamiento de agua (m <sup>3</sup> )	ATA	Sin grado de severidad asociados.		
Aforamiento de feno <sup>(2)</sup>	AFI	Sin grado de severidad asociados.		

Figura 23. Formato para la Evaluación del Pavimento Flexible

Fuente: Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Flexibles. UNC, Bogotá (2006)

La planilla de inspección del presente trabajo de investigación consta de cinco factores con sus distintas variables a medir para determinar el índice de deterioro vial de la Av. Cuatricentenaria, estos se mencionan a continuación:

- **Fisuras**
  - Longitudinales
  - Transversales
  - En juntas de construcción
  - Media Luna
  - Borde
  - Bloque
  - Piel de Cocodrilo
  - Desplazamiento de Capas
  - Incipientes
- **Daños Superficiales**
  - Corrimiento Vertical del Hombrillo
  - Separación del Hombrillo
  - Desgaste Superficial
  - Exudación
  - Perdida del Agregado
  - Pulimiento del Agregado
  - Surcos
- **Deformaciones**
  - Abultamiento
  - Ondulaciones
  - Ahuellamiento
  - Hundimiento
- **Daños en Capas Estructurales**
  - Baches o Huecos
  - Descascaramiento
  - Hundimiento

- **Sistemas de Drenaje**
  - Alcantarillas
  - Cunetas
  - Drenajes / Sub-drenajes
  - Pendiente de Bombeo (2%)
  - Sumideros
  - Torrenteras

Para evaluar cada factor con sus variables y determinar el índice de vulnerabilidad al deterioro de la Av. Cuatricentenaria, se planteó una escala de medición conformada por cinco (05) niveles de severidad, cada uno con una puntuación distinta, clasificados de la siguiente manera:

- Muy Baja                    1
- Baja                            2
- Media                         3
- Grave                         4
- Muy Grave                 5

Entendiéndose la calificación 1 como Muy Baja severidad y por el contrario la calificación 5 como un nivel de severidad Muy Grave.

Para determinar el índice de vulnerabilidad al deterioro de la vía, se seccionó la vía de 3,33 Km en cinco (05) tramos para facilitar la inspección y evaluación de la misma, cada uno de los tramos, cuenta con diferentes características de topografía, pendiente, condiciones de vía y longitudes.

**Tabla 4. Descripción de los Tramos de Estudio**

	<b>Tramo 1</b>	<b>Tramo 2</b>	<b>Tramo 3</b>	<b>Tramo 4</b>	<b>Tramo 5</b>
<b>Longitud</b>	<b>535 m</b>	<b>655 m</b>	<b>530 m</b>	<b>660 m</b>	<b>960 m</b>
<b>Prog. Inicial</b>	<b>0 + 0000</b>	<b>0 + 0535</b>	<b>0 + 1190</b>	<b>0 + 1720</b>	<b>0 + 2380</b>
<b>Prog. Final</b>	<b>0 + 0535</b>	<b>0 + 1190</b>	<b>0 + 1720</b>	<b>0 + 2380</b>	<b>0 + 3340</b>
<b>Cota Inicial</b>	<b>502 msnm</b>	<b>509 msnm</b>	<b>515 msnm</b>	<b>524 msnm</b>	<b>538 msnm</b>
<b>Cota Final</b>	<b>509 msnm</b>	<b>515 msnm</b>	<b>524 msnm</b>	<b>538 msnm</b>	<b>574 msnm</b>
<b>Pendiente</b>	<b>2.1 %</b>	<b>3.2 %</b>	<b>2.4 %</b>	<b>3.0 %</b>	<b>8.1 %</b>

Fuente: Miguel A. Bohorquez G. (2018)

El cálculo del índice de vulnerabilidad al deterioro de la vía se realizó de la siguiente forma:

1. Se aplicó la planilla de inspección vial en cada tramo a evaluar de la vía, en las zonas donde se observó un mayor estado de deterioro de la vía.
2. Se evaluaron todas y cada una de las variables de cada factor de acuerdo al grado de severidad que estas presentaban, esto se logró mediante el uso de la planilla guía, la cual establece las medidas aproximadas de cada variable.
3. Mediante la aplicación de operaciones matemáticas básicas, se hizo la sumatoria de la calificación otorgada a cada variable a través de la inspección, posteriormente, el valor obtenido de dicha sumatoria se dividió entre la cantidad de variables que conforman cada factor para así, determinar el índice del grado de severidad de daños que presenta cada uno de estos.

**Tabla 5. Índices de Vulnerabilidad al Deterioro por Tramos**

<b>Factores de Deterioro</b>	<b>Tramo 1</b>	<b>Tramo 2</b>	<b>Tramo 3</b>	<b>Tramo 4</b>	<b>Tramo 5</b>
Fisuras	4.44	4.22	5.00	4.89	3.56
Daños Superficiales	3.86	3.86	3.57	4.00	3.14
Deformaciones	4.25	4.25	4.25	5.00	3.00
Daños en Capas Estructurales	4.33	4.33	4.33	4.67	3.00
Sistemas de Drenaje	4.00	4.33	3.33	4.50	4.17
<b>Total</b>	<b>4.18</b>	<b>4.20</b>	<b>4.10</b>	<b>4.61</b>	<b>3.37</b>

Fuente: Miguel A. Bohorquez G. (2018)

4. Se realizó la sumatoria de los índices correspondientes a cada factor y se dividió entre la cantidad de factores a evaluar, es decir, los cinco factores expresados en dicha planilla de inspección aplicada a la Av. Cuatricentaria para determinar el índice de vulnerabilidad al deterioro que presenta la vía y ubicar en que reglón se encuentra a nivel de mantenimiento.

**Tabla 6. Índice de Vulnerabilidad al Deterioro / Mantenimiento Requerido**

<b>ÍNDICE DE VULNERABILIDAD AL DETERIORO</b>	
<b>RANGO DEL ÍNDICE</b>	<b>MANTENIMIENTO REQUERIDO</b>
( 0 – 1 ]	Mantenimiento Preventivo
( 1 – 2 ]	Mantenimiento Menor
( 2 – 3 ]	Mantenimiento Correctivo
( 3 – 4 ]	Mantenimiento Mayor
( 4 – 5 ]	Rehabilitación Inmediata

**Fuente:** Miguel A. Bohorquez G. (2018)

Una vez aplicada la planilla de inspección a la Av. Cuatricentenaria se determinó que su índice de vulnerabilidad al deterioro presenta un valor de 4.08, esto se traduce en que esta debe ser intervenida inmediatamente para realizar las labores de mantenimiento a nivel de rehabilitación, acorde a la severidad del daño en cada una de las variables que influyen en el deterioro de la vía caso estudio.

Finalmente, se realizó un conteo de los elementos pertenecientes a la vía que conforman los sistemas de seguridad vial y sistemas de drenajes. Se observó detalladamente cada uno de estos para determinar en qué condiciones de deterioro se encontraban estos mismos, obteniendo un resultado que guarda relación con el abandono de la vía caso estudio, es decir, presentan graves falencias o en su defecto, no cumplen con su función. (Ver Fig. 24).



**Figura 24.** Daños en sistemas de seguridad vial

**Fuente:** Miguel A. Bohorquez G. (2018)

**Tabla 7. Conteo de Elementos Pertenecientes a la Vía**

Elementos	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3	TRAMO 4	TRAMO 5
Alcantarillas	1	---	3	---	N/A
Policías Acostados	N/A	N/A	N/A	2	3
Postes de Luz	13	14	9	17	18
Semáforos	5	4	5	7	N/A
Sumideros (Ventana)	3	10	9	7	4
Redomas	N/A	N/A	N/A	N/A	1

Fuente: Miguel A. Bohorquez G. (2018)

#### **4.4 Proponer mediante el análisis previo, una serie de lineamientos generales para el control de calidad, adecuado a la vía en la Av. Cuatricentaria del Municipio Valencia, Edo. Carabobo.**

De acuerdo a los resultados obtenidos de la en la planilla de inspección aplicada a la Av. Cuatricentaria del Municipio Valencia, se realizó una Matriz FODA que nos permitió hacer el desglose de los aspectos positivos y no tan positivos que determinan la condición actual en la que ésta se encuentra, en función de estos resultados, empleando una Matriz FODA se presenta una serie de lineamientos a seguir para realizar un adecuado control de calidad, los cuales nos darán una visión más amplia de lo que se debe hacer para corregir las falencias que presenta la vía. (Ver Fig. 25).

##### **4.4.1 Matriz FODA de la Av. Cuatricentaria**

- **Fortalezas:** En virtud de los datos obtenidos de la implantación de la Planilla de Inspección Vial, se pudo constatar el siguiente cumulo de aspectos positivos prevalecientes en la vía.
  - No existe la necesidad de implementar sistemas de drenaje de cunetas por ser la vía, de circulación o tránsito urbano. En virtud de lo cual, el mantenimiento de estos dispositivos no debe llevarse a cabo y, por tanto, los costos de mantenimiento deben ser menores.
  - Así mismo, por la misma condición de vía, no requiere de drenes franceses ni de cunetas verdes.

- En virtud de la poca altura de los taludes laterales de la vía, no requiere tampoco el uso del dispositivo de drenaje de Torrenteras. Lo cual favorece el mantenimiento de la vía con costos muy bajos.
- Finalmente se deben implantar estos dispositivos en el mismo tramo de la Urb. Parque Mirador.
- Se pueden canalizar la mayoría de los recursos para mantenimiento en las pendientes longitudinales y transversales de la vía. Y de los sumideros de ventana de las vías de servicios.
- Esto permite canalizar otra parte de los recursos en la señalización y actualización de los dispositivos de seguridad vial del tipo reflectores, en los laterales de la vía caso estudio.
- **Oportunidades de mejora:**
  - Control de calidad de los materiales y equipos de topografía, colocación y vibro-compactación.
  - Reinversión en materia de infraestructura.
  - Control de calidad de la vía a través de instrumentos de inspección de tecnología de punta.
- **Debilidades:** De la misma forma, a partir de la implantación del conocido instrumento, se identificaron las siguientes debilidades:

La vía presenta los tipos de daños:

**Daños por Fisuras:**

- Las debidas a los asentamientos diferenciales entre las capas estructurales del pavimento y por compactación defectuosa de los diferentes estratos del subsuelo, se recomienda vibro compactar la vía al menos en dos sesiones al año.
- Las ocasionadas por capacidad insuficiente de drenaje de la vía., mantener un régimen de limpieza de aceras, cunetas brocales, y de los alcantarillados de ventana por lo menos antes del inicio de los periodos de lluvia.
- Debidas al envejecimiento de la carpeta asfáltica, esta debe ser removida, antes de presentar las primeras grietas, se recomienda utilizar

un sellador de juntas elastoméricas, pero en caso de verse presentada las fisuras transversales, piel de cocodrilo, recomienda la remoción y sustitución de la carpeta asfáltica.

- **Transversales:**

- Aquellas que se deben a la contaminación de las capas inferiores en la proximidad de los bordes del pavimento, o deficiente contención lateral, se recomienda prevenir el crecimiento de vegetación en los laterales de las vías y, además, la disposición de desechos sólidos, además, aquellas que correspondan a zonas de contacto entre corte y terraplén por la diferencia de rigidez.

- **Borde:**

- Debido a los anchos de hombrillos insuficientes que llegan hasta el borde del carril y quedan en desnivel con la berma., se recomienda llevar a nivel con brocales y cunetas los distintos niveles de la vialidad.

- **Bloque:**

- Aquellas que se deban a la excesiva contracción de la mezcla asfáltica, inducida por cambio de temperatura y/o humedad. Se recomienda no colocar asfaltos ni material granular para bases y sub-bases de las vías en días de lluvias y sin el uso de equipos de colocaciones y vibro-compactación adecuados.
- Aquellas que se deban al debilitamiento brusco de las capas inferiores, generalmente producido por saturación de los materiales. Es preciso generar planes de limpieza y mantenimiento de los sistemas de recolección de aguas subterráneas, al menos antes de la temporada de lluvias.

- **Piel de Cocodrilo:**

- Tanto para las deformaciones de la sub-rasante, así como, espesor de estructura insuficiente, se recomienda hacer las nivelaciones topográficas correspondientes con los equipos de topografías y personal adecuado, así como, realizar la construcción y vibro-compactación adecuados de la base, sub-base y carpeta de rodamiento.

- **Fisuras Insipientes:**
- Diferencia de temperatura entre la mezcla y el medio ambiente en el momento de la colocación. Se recomienda evitar realizar las construcciones de las vías en periodos de Lluvias o precipitaciones durante la colocación del concreto asfaltico.
- **Amenazas:**
  - Evitar la colocación de asfalto en días de lluvia.
  - Evadir la construcción de bases, sub-bases durante los periodos de lluvia, sin los equipos de topografía, colocación, vibro compactación y personal capacitado.
  - Evitar la acumulación de sedimentos, desechos en los laterales de la vía. Se recomiendo realizar operativos de limpieza de mantenimiento al menos de dos veces al año.



**Figura 25. Matriz FODA Av. Cuatricentaria**

Fuente: Miguel A. Bohorquez G. (2018)

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusiones**

Se definieron los factores que influyen en el deterioro de la vialidad en la Av. Cuatricentenaria del Municipio Valencia, Edo. Carabobo.

Se determinó cuáles son las variables que están presentes en cada factor que afecta en el deterioro de la vía.

Se analizó cada factor y sus variables para proponer una solución factible para la mejora de la vía de la Av. Cuatricentenaria del Municipio Valencia, Edo. Carabobo.

Se propuso mediante el análisis previo, una serie de lineamientos generales para el control de calidad, adecuado a la vía en la Av. Cuatricentenaria del Municipio Valencia, Edo. Carabobo.

Se pudo constatar que el comportamiento del pavimento y las capas estructurales de la Av. Cuatricentenaria del Municipio Valencia, Edo. Carabobo, ante los daños en sus diferentes elementos, presentan gran similitud a los daños ocasionados por estos factores y sus variables antes mencionados, respecto a países como Colombia, México y República Dominicana.

La Av. Cuatricentenaria es una vía colectora que se encuentra en estado crítico de deterioro, ésta no cuenta con el mantenimiento adecuado el cuál, debe ejecutarse periódicamente acorde a una vialidad de flujo continuo con altos índices de tránsito vehicular. Los sistemas de drenajes se encuentran obstruidos por lo que, en épocas de lluvia, los niveles del agua tienden a sobrepasar la calzada en algunas zonas, esto genera un grado de inseguridad en la vía que compromete la integridad física de los usuarios y el buen estado de sus vehículos.

Así mismo, el deterioro o la falta de elementos de seguridad es evidente, puesto que, presenta falencias en el rayado de la vía, no posee defensas a los laterales de los canales extremos de la calzada, además, los elementos divisorios como la isla no se encuentra a desnivel de la calzada, por lo que en algún pudiera

ocasionar accidentes de tránsito si algún vehículo se descarrilara y chocase contra los árboles que encuentran sembrados en dicha isla.

Por otra parte, la Av. Cuatricentaria presenta elementos sueltos sobre el asfalto que comprometen la seguridad del conductor que transita por esta vía, suponiendo que, en un caso hipotético otro vehículo al hacer tracción con el asfalto levantase uno de los agregados y lo hiciera dirigirse hacia el parabrisas de otro conductor, esto pudiera generar algún tipo de accidente de tránsito por la reacción brusca del conductor para esquivar dicho elemento.

Finalmente, de acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se puede concluir además, que los altos índices de severidad de los daños, son producto de un abandono total en materia de infraestructura, ya que de haber asumido medidas de prevención de daños en la vialidad, la Av. Cuatricentaria no presentara las condiciones de deterioro que actualmente se observan, por tanto, es necesario realizar una serie de toma de decisiones inmediatas en función de las soluciones propuestas y tomar acciones pertinentes respecto a la problemática existente. Esto, se pudiera lograr en conjunto entre los entes gubernamentales y empresas privadas que cumplan con altos estándares de calidad en mantenimiento vial, maquinaria especializada, personal capacitado y equipos de alta tecnología que acompañado de un buen control de calidad garanticen que la vía caso estudio recupere su calidad de servicio y se prolongue su vida útil, sirviendo mucho más tiempo como alternativa como una vía de transporte a los Valencianos.

## **5.2 Recomendaciones**

- Tomar una muestra de estudio “Core-Drill” actualizada a la fecha para evaluar la composición de la estructura del pavimento de la Av. Cuatricentenaria.
- Realizar el mantenimiento inmediato a los sistemas de drenajes y se recomienda hacerlo al menos una vez más, antes de los periodos de lluvia.
- Se recomienda implementar labores de mantenimiento en materia de seguridad, como es el caso de iluminación, rayado del pavimento, sustitución de elementos de señalización y distribución vial.
- Elaborar una planificación estratégica para las labores de mantenimiento requeridas, con el fin de fijar los objetivos a cumplir en cada actividad para la recuperación de la Av. Cuatricentenaria.
- Realizar un control de calidad en cada una de las actividades a realizar en obra para evitar el reproceso, los accidentes laborales, el uso de materiales inadecuados y realizar los trabajos de compactación y vibro-compactación de la rasante de la vía de manera eficaz y eficiente.
- Crear planes de concientización del uso adecuado a cada tipo de vía que, a futuro, garanticen un tránsito vehicular a velocidades normales, además, del cumplimiento de las cargas permisibles sobre la vía.
- Se recomienda a los organismos encargados en materia de infraestructura, crear un fondo de inversión para solventar los problemas que puedan presentarse en alguna de las vías del Municipio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica*. Editorial Episteme. Caracas, Venezuela.
- Balestrini, M. (2006). *Como se elabora el proyecto de investigación*. Editorial B.L. Consultores Asociados. Caracas, Venezuela.
- Binetti A., Villalobos O. (2018). *Análisis Comparativo de Costos entre Alternativas de Mantenimiento de Vías Arteriales en el Municipio Valencia (Caso de estudio Av. Cuatricentenaria)*. Trabajo de Grado. San Diego, Carabobo.
- Carciente, J. (1980). *Carreteras estudio y proyecto*. Ediciones Vega S.R.L. Venezuela.
- Castillo, E. (2015). *Gestión en Conservación Vial*. Perú.
- Cementos Lima, S.A. (2016). *Coleccionable Duravía Vol. I, II y III*. Lima, Perú.
- Crespo, C. (2007). *Vías de Comunicación*. LIMUSA Norega Editores. México.
- Franceschi, L (1984). *Drenaje Vial*. Caracas, Venezuela.
- González, J. (2016). *Evaluación de Pavimentos en la Conservación de Carreteras en México*. Tesina. D.F., México.
- Hayek, M., Lafuente, L. (2015). *Diseño de un plan de mantenimiento correctivo en la Autopista Prados del Este sobre la vía Chuao-Las Mercedes (Coordenadas DDD: 10.483252, -66.856077) del Distribuidor "El Ciempiés" ubicado en el Municipio Baruta, Estado Miranda*. Trabajo de Grado. Caracas, Venezuela.
- Hernández, M. (2016). *Plan Estratégico para las Obras Civiles*. Trabajo de Grado. Maracaibo, Venezuela.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill. México.
- Instituto Mexicano del Transporte (1991) *Catalogo de Deterioros en Pavimentos Flexibles de Carreteras Mexicanas*. Querétaro, México.
- Ishikawa, K. (1989). *Introducción al Control de Calidad*.

- Jugo, A (1993) *Manual de Mantenimiento y Rehabilitación de Pavimentos Flexibles (Acciones Básicas - Versión Revisada 2005)*. Caracas, Venezuela.
- Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones (1990) *Identificación de Fallas en Pavimentos y Técnicas de Reparación*. República Dominicana.
- Ministerio de Obras Públicas. (1985). *NORVIAL*. Caracas, Venezuela.
- MOP. Dirección de Vialidad y División de Estudios y Proyectos (1967). *Manual de Drenaje*. Caracas, Venezuela.
- Morillo, D. (2012). *Planificación estratégica aplicada a la gestión de proyectos de rehabilitación vial urbana ejecutados por la alcaldía del Municipio Maracaibo*. Trabajo de Grado. Maracaibo, Venezuela.
- Santana, J. (2006). *Gestión de calidad en obras viales*. Trabajo de Grado. Valdivia, Chile.
- Secretaria de Comunicaciones y Transporte (2014). *Guía de Procedimientos y Técnicas para la Conservación de Carreteras en México*. D.F, México.
- Universidad Nacional de Colombia (2006). *Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles*. Bogotá, Colombia.
- Universidad Nacional de Colombia (2006). *Manual para la inspección visual de estructuras de drenaje*. Bogotá, Colombia.
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL, 2016). *Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales*. FEDUPEL. Caracas, Venezuela.

**APÉNDICE A**  
**PLANILLA DE INSPECCIÓN VIAL**

Versión 052018	<b>PLANILLA DE INSPECCIÓN VIAL</b> <b>(Evaluación y Control de Calidad)</b>	Miguel Bohorquez RIF: V-19641501-3	
<b>DATOS GENERALES</b>			
Fecha: ____/____/____ Hora Iniciada: _____ Hora Culminada: _____ Código: _____			
<b>DATOS DE PARTICIPANTES</b>			
<b>INGENIERO</b>	<b>NOMBRE Y APELLIDO</b>	<b>TELÉFONO</b>	<b>CORREO ELECTRÓNICO</b>
Inspector			
Revisor			
Supervisor			
<b>IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN</b>			
Nombre o Nº: _____		Urb. / Barrio: _____	
Estado: _____		Sector: _____	
Ciudad: _____		Coordenadas: _____	
Municipio: _____		Progresiva Inicial: _____	
Parroquia: _____		Progresiva Final: _____	
<b>CLASIFICACIÓN DE LA VÍA</b>			
<b>ADMINISTRATIVA</b>	<b>FUNCIONALIDAD</b>	<b>GEOMETRÍA</b>	
<input type="checkbox"/> TRONCAL <input type="checkbox"/> SUB - RAMAL <input type="checkbox"/> LOCAL <input type="checkbox"/> RAMAL	<input type="checkbox"/> ARTERIAL <input type="checkbox"/> COLECTORA <input type="checkbox"/> LOCAL	<input type="checkbox"/> AUTOPISTA <input type="checkbox"/> VÍA EXPRESA <input type="checkbox"/> CARRETERA	
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>			
Año de Construcción: _____	Cota Abajo: _____	Pendiente de la vía (%): _____	
Vida útil de la vía: _____	Cota Arriba: _____	Tipo de tránsito vehicular: _____	
Uso de la vía: _____	Longitud del Tramo (m): _____	Zona Sísmica: _____	
<b>ASPECTOS TÉCNICOS</b>			
Número de Calzadas: _____	Ancho de Carriles (m): _____	Talud de Corta o Relleno: _____	
Número de Carriles: _____	Hombriño: _____ Ancho H: _____	Grado de Pendiente: _____	
<b>ELEMENTOS DE DISTRIBUCIÓN</b>			
Isla: _____ Ancho Isla: _____	Redomas: _____ Nº Redomas: _____	Retornos: _____ Ancho R.: _____	
<b>ELEMENTOS HIDRÁULICOS</b>			
Bocas de Visita: _____ Condición: _____	Red de Acueductos: _____	Tanquillas: _____ Condición: _____	
Dren Francés: _____ Condición: _____	Colector de Aguas Servidas: _____	Zanjas Filtrantes: _____ Condición: _____	
<b>SEGURIDAD VIAL</b>			
Semáforos: _____ Nº Semáforos: _____	Señalización: _____ Condición: _____	Pasarelas: _____ Condición: _____	
Postes de Luz: _____ Nº P. de Luz: _____	Rayado: _____ Condición: _____	Elem. Reflectores: _____ Condición: _____	
Operativos: _____ No Operativos: _____	P. Acostados: _____ Condición: _____	Talud Irregular: _____ Pendiente: _____	
Aceras: _____ Condición: _____	Defensas: _____ Condición: _____	Riesgo Vial por Talud: _____	

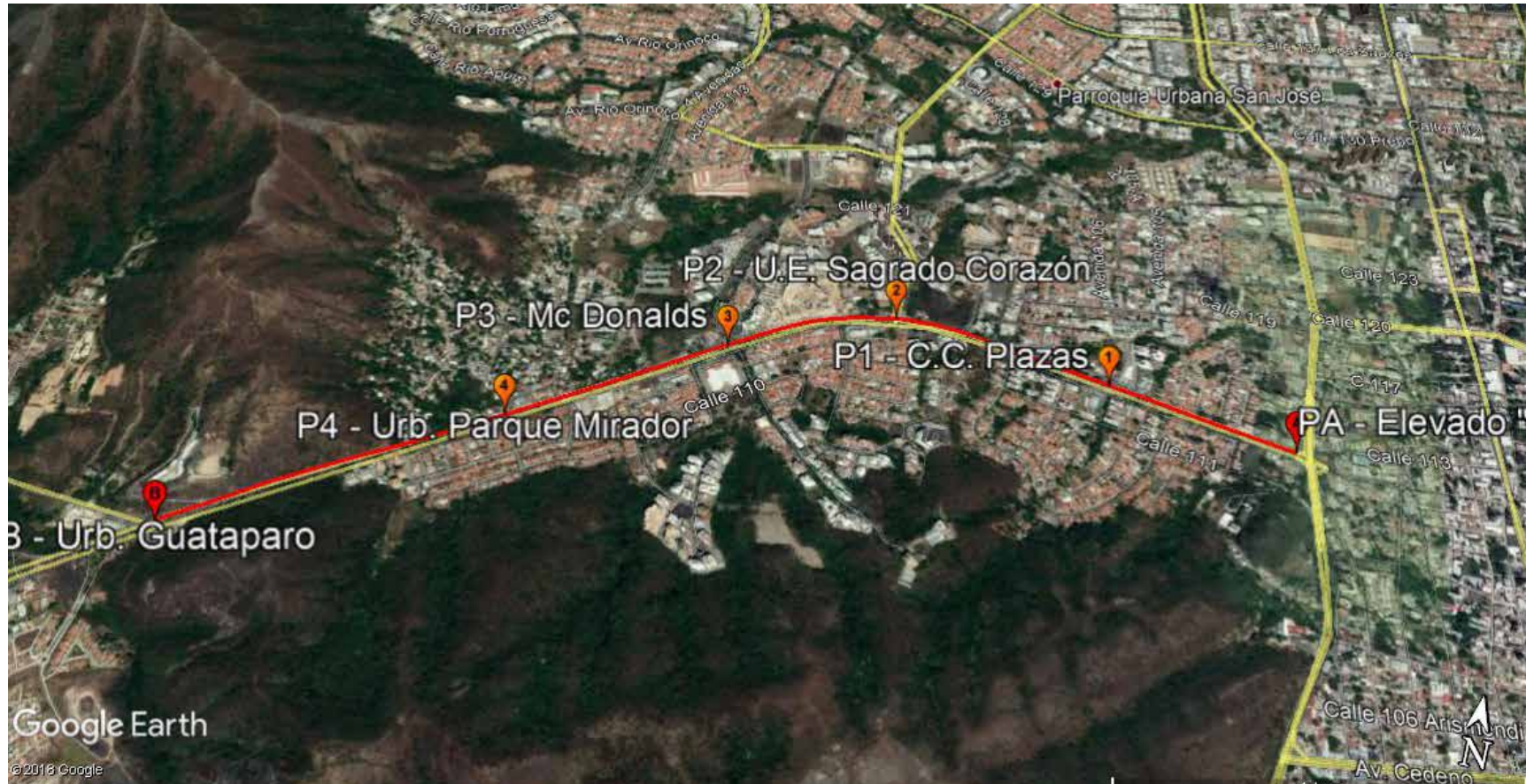
FACTORES DE DETERIORO	CLASIFICACIÓN DEL GRADO DE SEVERIDAD				
FISURAS	Muy Baja	Baja	Media	Grave	Muy Grave
Fisuras Longitudinales	Abertura < 3 mm o Sellado.	Abertura 3mm - 5mm. (Lleve desgaste, fisuras no selladas que cruzan el carril o calzada).	Abertura 5mm - 8mm. (Deguste medio, fisuras que cruzan el/los carriles, se recomienda mantenimiento).	Abertura 8mm - 10mm. (Alto desgaste, efecto vibratorio en vehículos, demanda pronta reparación).	Abertura > 10mm. (Requiere reparación inmediata).
Fisuras Transversales					
Fisuras en juntas del Construcción					
Fisuras en Media Luna					
Fisuras de Borde					
Fisuras de Bloque	Bloques no definidos, presencia de fisuras < 3mm o selladas sin ningún desgaste.	Bloques poco definidos por fisuras de 3mm - 5mm.	Bloque medianamente definido por fisuras de 5mm - 8mm.	Bloques definidos por fisuras de 8mm - 10mm. (Presenta desgaste de carril).	Bloques muy definidos por fisuras > 10mm. (Presenta un alto desgaste del bloque).
Piel de Cocodrilo	Fisuras longitudinales paralelas < 3mm.	Serie de fisuras longitudinales paralelas entre sí de 3mm - 5mm.	Fisuras que forman bloques definidos que presentan un ligero desgaste en los bordes.	Fisuras que forman grandes bloques con un pronunciado desgaste de bordes 8mm - 10mm.	Áreas donde se encuentran bloques sueltos de bordes desgastados, puede existir bombeo.
Fisura por deslizamiento de capas	Fisuras < 1mm o Selladas.	Fisuras 1mm - 3mm, puede existir agrietamiento.	Fisuras 3mm - 5mm, agrietamiento con aberturas < 3mm.	Fisuras 5mm - 8mm, existe agrietamiento entre las fisuras con aberturas < 5mm.	Fisuras > 8mm, agrietamiento entre las fisuras con aberturas > 5mm.
Fisuras Incipientes	SIN GRADO DE SEVERIDAD ASOCIADO				
DAÑOS SUPERFICIALES	Muy Baja	Baja	Media	Grave	Muy Grave
Corrimiento vertical del hombrillo	Altura < 5mm	Altura 5mm - 15mm	Altura 15mm - 20mm	Altura 20mm - 25mm	Altura > 25mm
Separación del hombrillo	Altura < 3mm	Altura 3mm - 5mm	Altura 5mm - 8mm	Altura 8mm - 10mm	Altura > 10mm
Desgaste Superficial	Presenta Irregularidades < 3mm	Se evidencian Irregularidades 3mm - 5mm	Profundidad de Irregularidades de 5mm - 15mm, comienza a verse el agregado grueso.	Profundidad de Irregularidades 15mm - 20mm, el vehículo experimenta altas vibraciones.	Desprendimiento de material particulado que constituye la carpeta de rodamiento. Irregularidades > 20mm
Exudación	No presenta Irregularidades, la carpeta de rodamiento está bien constituida y cohesionada.	Presenta franjas aisladas y de espesor delgado que no cubre los agregados gruesos.	Cubre parcialmente los agregados que componen la carpeta de rodamiento.	Exceso de asfalto fino que conforma una capa que cubre casi todos los agregados de la mezcla asfáltica.	Cantidad excesiva de asfalto en la superficie, cubre totalmente los agregados, aspecto húmedo de intenso color negro.
Pérdida del Agregado	Se observan pequeños huecos separados a > 0.30m	Presenta huecos con una separación de 0.25m - 0.30m	Presenta huecos de mayor diámetro, desprendimiento parcial de agregados con una separación 0.10m - 0.25m	Huecos de tamaño considerable, desprendimiento del material asfáltico en la carpeta de rodamiento. 0.05m - 0.10m	Grandes huecos con desprendimiento extensivo de los agregados, separación < 0.05m, superficie muy rugosa.
Pulimiento del Agregado	SIN GRADO DE SEVERIDAD ASOCIADO				
Surcos	SIN GRADO DE SEVERIDAD ASOCIADO				
DEFORMACIONES	Muy Baja	Baja	Media	Grave	Muy Grave
Abultamiento	Altura < 5mm	Altura 5mm - 10mm	Altura 10mm - 15mm	Altura 15mm - 20mm	Altura > 20mm
Ondulaciones					
Ahuellamiento					
Hundimiento	Altura < 15mm	Altura 15mm - 20mm	Altura 20mm - 40mm	Altura 40mm - 45mm	Altura > 45mm
CAPAS ESTRUCTURALES	Muy Baja	Baja	Media	Grave	Muy Grave
Baches o Huecos	Profundidad < 20mm	Profundidad 20mm - 30 mm	Profundidad 30mm - 40mm (Afecta la base asfáltica).	Profundidad 40mm - 50mm (Pueden afectar la base granular).	Profundidad > 50mm. (Afecta base granular).
Descascaramiento	Altura < 5mm	Altura 5mm - 10mm	Altura 10mm - 15mm	Altura 15mm - 20mm	Altura > 20mm
Bacheo	Muy buenas condiciones, no presenta daño perceptible.	Buenas condiciones, presenta daños de baja severidad.	Condiciones transitables, presenta daños de mediana severidad y deficiencia en los bordes.	Malas condiciones, presenta daños de alta severidad, dificulta el tránsito vehicular.	Muy malas condiciones, amerita sustitución inmediata.
SISTEMAS DE DRENAJE	Muy Baja	Baja	Media	Grave	Muy Grave
Alcantarillas	Existe - Operativas	Poco Obstruidas	Medianamente Obstruidas.	Muy Obstruidas	No posee
Cunetas	Existe - Operativas	Poco Obstruidas	Medianamente Obstruido.	Muy Obstruidas	No posee
Drenajes / Sub-drenajes	Existe - Operativos	Poco Obstruidos	Medianamente Obstruido.	Muy Obstruidos	No posee
Pendiente de Bombeo ( 2% )	Cumple	SIN GRADO DE SEVERIDAD ASOCIADO			No Cumple
Sumideros	Existe - Operativas	Poco Obstruidas	Medianamente Obstruidas.	Muy Obstruidas	No Poseo
Torrionteras	Existen - Operativas	Poco Obstruidas	Medianamente Obstruidas.	Muy Obstruidas	No Poseo

FACTORES DE DETERIORO	CLASIFICACIÓN DEL GRADO DE SEVERIDAD				
FISURAS	Muy Baja	Baja	Media	Grave	Muy Grave
Fisuras Longitudinales					
Fisuras Transversales					
Fisuras en juntas del Construcción					
Fisuras en Media Luna					
Fisuras de Borde					
Fisuras de Bloque					
Piel de Cocodrilo					
Fisura por deslizamiento de capas					
Fisuras Incipientes					
DANOS SUPERFICIALES	Muy Baja	Baja	Media	Grave	Muy Grave
Corrimiento vertical del hombrillo					
Separación del hombrillo					
Desgaste Superficial					
Exudación					
Perdida del Agregado					
Pulmiento del Agregado					
Surcos					
DEFORMACIONES	Muy Baja	Baja	Media	Grave	Muy Grave
Abultamiento					
Ondulaciones					
Ahuellamiento					
Hundimiento					
CAPAS ESTRUCTURALES	Muy Baja	Baja	Media	Grave	Muy Grave
Baches o Huecos					
Descascaramiento					
Bacheo					
SISTEMAS DE DRENAJE	Muy Baja	Baja	Media	Grave	Muy Grave
Alcantarillas					
Cunetas					
Drenajes / Sub-drenajes					
Pendiente de Bombeo ( 2%)					
Sumideros					
Torrenteras					
<b>OBSERVACIONES:</b>					
<hr style="width: 100%;"/> <b>FIRMA ING. INSPECTOR / C.I.V</b>			<hr style="width: 100%;"/> <b>FIRMA ING. REVISOR / C.I.V</b>		

# **ANEXOS**

## ANEXO A

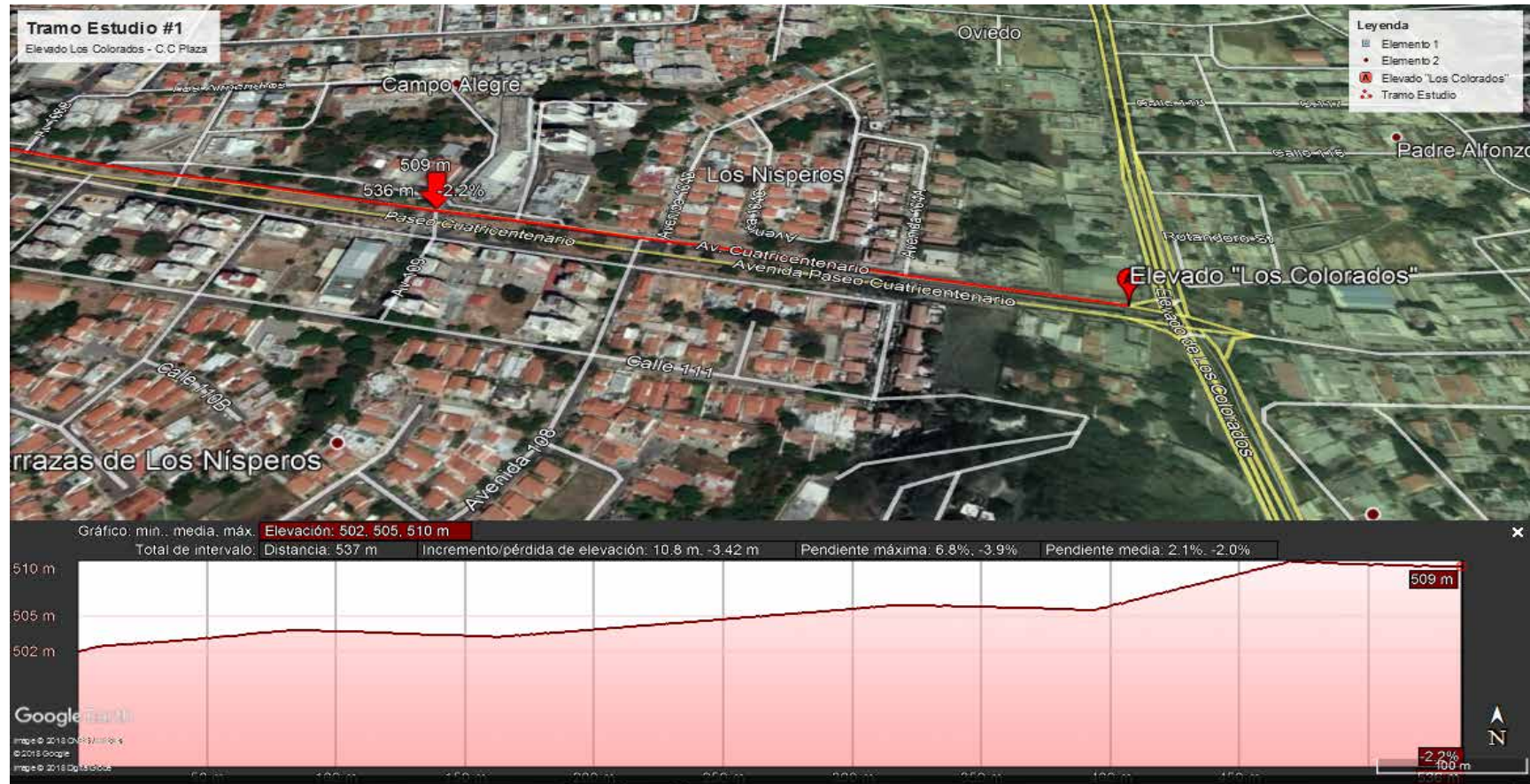
### VISTA SATELITAL DE LOS TRAMOS DE ESTUDIO DE LA AV. CUATRICENTANRIA



Fuente: Miguel Bohorquez / Google Earth (2018).

## ANEXO B

### VISTA SATELITAL DEL TRAMO N° 1 (Elevado “Los Colorados” – C.C. Plazas)



Fuente: Miguel Bohorquez / Google Earth (2018).

## ANEXO C

### VISTA SATELITAL DEL TRAMO N° 2 (C.C. Plazas – U.E. Sagrado Corazón)



Fuente: Miguel Bohorquez / Google Earth (2018).

## ANEXO D

### VISTA SATELITAL DEL TRAMO N° 3 (U.E. Sagrado Corazón – Mc Donalds)



Fuente: Miguel Bohorquez / Google Earth (2018).

## ANEXO E

### VISTA SATELITAL DEL TRAMO N° 4 (Mc Donalds – Urb. Parque Mirador)



Fuente: Miguel Bohorquez / Google Earth (2018).

## ANEXO F

### VISTA SATELITAL DEL TRAMO N° 5 (Urb. Parque Mirador – Urb. Guataparo)



Fuente: Miguel Bohorquez / Google Earth (2018)