



**DISEÑO DEL PAVIMENTO PARA
LA CARRETERA VIA LA MARIPOSA,
TRAMO L=3,36KM, MUNICIPIO MIGUEL PEÑA,
EDO. CARABOBO.**

Autores: Márquez, Anfrancis
C.I. 21.146.403

Urb. Yuma II, Calle No 3 Municipio San Diego
Teléfono (0241) 8714240 (máster)



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

**DISEÑO DEL PAVIMENTO PARA LA CARRETERA VIA LA MARIPOSA, TRAMO
L=3,36KM, MUNICIPIO MIGUEL PEÑA, EDO. CARABOBO.**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO CIVIL**

Autor: Márquez, Anfrancis
C.I. 21.146.403

Tutor: Ing. Marisabel Gil de León
C.I.:9.227.923

San Diego, Octubre 2017.



Universidad José Antonio Páez
Facultad de Ingeniería

FI-CV-053-2018-1

Valencia, 25 de Enero de 2018.

Ciudadana:
Márquez Anfrancis
C.I. 21.146.403
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 25/01/2018 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado "DISEÑO DEL PAVIMENTO PARA LA CARRETERA VÍA LA MARIPOSA, TRAMO L=3,36KM, MUNICIPIO MIGUEL PEÑA, EDO. CARABOBO." presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Se ratifica la designación de la Ing. Marisabel Gil De León C.I. 9.227.923 y la Ing. Alicia Yanez 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/ii



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

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero Gil de León, Marisabel portador de la cédula de identidad N° 9.227.923, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por la ciudadana Márquez Anfrancis, portadora de la cédula de identidad N°21.146.403, titulado **“DISEÑO DEL PAVIMENTO PARA LA CARRETERA VIA LA MARIPOSA, TRAMO L=3,36KM, MUNICIPIO MIGUEL PEÑA, EDO. CARABOBO.”**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 18 día del mes de Octubre del año dos mil diecisiete (2017).

Ing. Marisabel Gil de León

C.I.: 9.227.923



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

San Diego, Octubre 2017

ACTA DE REVISIÓN METODOLÓGICA DEL TRABAJO DE GRADO

Quienes suscriben esta Acta, dejan constancia que el Proyecto de Trabajo de Grado:
**“DISEÑO DEL PAVIMENTO PARA LA CARRETERA VIA LA MARIPOSA,
TRAMO L=3,36KM, MUNICIPIO MIGUEL PEÑA,
EDO. CARABOBO.”**, ha sido revisado y, cumpliendo con los requisitos exigidos para su
aprobación, recomiendan su tramitación ante el organismo académico correspondiente.

Ing. Marisabel Gil de León

Tutor Académico

Firma

Fecha

Ing. Alicia de Pizzella

Tutor Metodológico

Firma

Fecha

ÍNDICE

CONTENIDO	Pág.
RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO	
I. EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.2 Formulación del Problema.....	5
1.3 Objetivos de la Investigación.....	5
1.3.1 Objetivo General.....	5
1.3.2 Objetivos Específicos.....	5
1.4 Justificación.....	6
1.5 Alcance.....	7
1.6 Limitaciones.....	7
1.7 Delimitación.....	7
II. MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes.....	8
2.2 Base Teórica.....	13
2.2.1 Asfalto.....	13
2.2.2 Diseño Geométrico de una Carretera.....	14
2.2.3 Carreteras y Caminos.....	15
2.2.4 Clasificación de las Carreteras de Venezuela.....	15
2.2.5 Clasificación por su Transitabilidad.....	16
2.2.6 Clasificación por su Importancia.....	17
2.2.7 Capacidad de una Carretera o un Camino.....	17
2.2.8 Factores que Afectan la Capacidad de una Carretera o un Camino.....	22
2.2.9 Movimiento de Tierras.....	24

2.2.10	Obras de drenajes.....	25
2.2.11	Proyecto de Mejoramiento Vial.....	27
2.2.12	Velocidad de Diseño.....	28
2.2.13	Vehículo de Diseño.....	29
2.2.14	Sobreelevación o Peralte.....	31
2.2.15	Tramos, Cruces de Vías.....	31
2.2.16	Usos del Asfalto.....	32
2.2.17	Pavimento Flexible.....	33
2.2.18	Pavimentos Transitorios.....	33
2.2.19	Pavimentos para Bajo Volumen de Tránsito.....	33
2.2.20	Pavimentos para Caminos de Tránsito Pesado.....	33
2.2.21	Diseño de Pavimento Flexible (Procedimiento del Instituto del Asfalto, Revisión 1981). Procedimiento.....	33
2.2.22	Preparación de la Sub-rasante.....	36
2.2.23	Acordonado del Material.....	36
2.3	Definición de Términos Básicos.....	38
III.	MARCO METODOLÓGICO	
3.1	Tipo de Investigación.....	41
3.2	Nivel de Investigación.....	41
3.3	Diseño de Investigación.....	41
3.4	Población y Muestra.....	42
3.5	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	43
3.6	Fases Metodológicas.....	43
IV.	RECURSOS	
4.1	Recursos Humanos.....	46
4.2	Recursos Institucionales.....	46
4.3	Recursos Materiales.....	46
4.4	Tiempo.....	46
V.	RESULTADOS.....	47

5.1	Evaluar la situación actual de la vialidad La Mariposa en el Municipio Miguel Peña, Valencia del Estado Carabobo, debido a la falta de una comunicación vial eficiente.....	47
5.2	Recolectar la información de las medidas necesarias en el tramo de carretera en estudio, ancho y longitud, tipos de vehículos que la utilizan y su funcionalidad con el fin de generar una propuesta eficiente.....	47
5.2.1	Análisis del tránsito.....	50
5.2.2	Calculo de porcentaje de Vehículos pesados.....	56
5.3	Elaboración de una propuesta para el cálculo del pavimento, materiales y maquinarias a usar para la elaboración de la vialidad.....	57
5.3.1	Diseño del pavimento flexible por el procedimiento del Instituto del Asfalto (Revisión 1981).....	57
5.3.2	Proceso de construcción de la carretera.....	61
	CONCLUSIONES.....	66
	RECOMENDACIONES.....	67
	REFERENCIAS.....	68

LISTADO DE FIGURAS Y CUADROS

FIGURA	CONTENIDO	Pág.
1.	Clasificación de Transitabilidad.....	16
2.	Esquema de secuencia para diseño de una vía de comunicación...18	18
3.	Diferentes tipos de cruces de vías.....	31
4.	Abaco para Análisis del Tráfico.....	33
5.	Abaco para Determinación del Espesor del Pavimento.....	34
6.	Tramo Carretera La Mariposa.....	48
7.	Tramo Carretera La Mariposa.....	49
8.	Camión 350.....	49
9.	Camión NPR.....	50
10.	Pick Up.....	50
11.	Análisis de Transito.....	59
12.	Espesor del Pavimento.....	60
13.	Estructura definitiva del Pavimento Flexible.....	61
14.	Equipo pesado (Retroexcavadora).....	62
15.	Equipo pesado (Vibro compactadora).....	62
16.	Equipo pesado (Patrol).....	63
17.	Grafica de pérdida de temperatura en la colocación de la mezcla asfáltica con el tiempo (158°C=316°F).....	64
18.	Equipo pesado (Extendedora Finisher).....	64
19.	Equipo pesado (Vibrocompactadora).....	65
20.	Compactadora neumática de rueda tipo Tampo.....	65
CUADRO		
1.	Capacidad En Vías Urbanas De Un Sentido De Circulación. Capacidad En Vehículos Equivalentes Por Hora.....	19
2.	Capacidad En Vías Urbanas De Dos Sentidos De Circulación. Capacidad En Vehículos Equivalentes Por Hora.....	20

3. Efecto del Ancho de Carril en la Capacidad de Diseño de las Vías.....	21
4. Efecto de los Vehículos Pesados en la Capacidad de Diseño de las Vías.....	22
5. Efecto de las obstrucciones laterales en la capacidad de diseño de las vías.....	23
6. Valores de “n” para la fórmula de Manning.....	25
7. La velocidad de diseño según el tipo de vía.....	27
8. De porcentaje del Total de Vehículos en el Carril de Diseño.....	35
9. Factores de Ajuste al Número de Transito Inicial.....	35
10. Cronograma de Actividades.....	46
11. Transito carros livianos – particulares, Carretera La Mariposa. Sentido norte- sur.....	51
12. Transito carros livianos – particulares, Carretera La Mariposa. Sentido sur - norte.....	51
13. Transito camiones 350 y/o NPR, Carretera La Mariposa. Sentido norte- sur.....	52
14. Transito camiones 350 y/o NPR, Carretera La Mariposa. Sentido sur- norte.....	52
15. Transito maquinaria agrícola, Carretera La Mariposa. Sentido norte- sur.....	53
16. Transito maquinaria agrícola, Carretera La Mariposa. Sentido sur - norte.....	53
17. Transito camiones de 2 ejes, Carretera La Mariposa. Sentido norte- sur.....	54
18. Transito camiones de 2 ejes, Carretera La Mariposa. Sentido sur - norte.....	54
19. Transito camiones de 3 ejes, Carretera La Mariposa. Sentido norte- sur.....	55
20. Transito camiones de 3 ejes, Carretera La Mariposa. Sentido sur - norte.....	55
21. Total de vehículos promedio diario.....	56
22. Porcentaje de Vehículos Pesados.....	56
23. Rangos de promedios de pesos brutos.....	57



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

**“DISEÑO DEL PAVIMENTO PARA LA
CARRETERA VIA LA MARIPOSA, TRAMO L=3,36KM,
MUNICIPIO MIGUEL PEÑA, EDO. CARABOBO.”**

Autor: Márquez Anfrancis

Tutor: Ing. Marisabel Gil de León

Fecha: Enero, 2017

RESUMEN

El propósito de la presente investigación tiene como objetivo principal elaborar una propuesta de diseño del pavimento para la carretera vía La Mariposa, tramo de L=3,36 km, punto inicial de coordenadas (604953.86E, 1116262.47N) hasta el kilómetro 3,36 con punto final de coordenadas (603803.35E, 1118271.58N), Municipio Miguel Peña, Edo. Carabobo, Venezuela. Esta investigación estará basada en el estudio del tipo de tráfico que frecuenta la carretera rural la Mariposa con el fin de proponer el diseño de pavimento adecuado al mismo, de tal manera que las cargas que sobre ella se apliquen no provoquen deformaciones permanentes y perjudiciales en las carpetas de rodamiento, rasante y subrasante; y además de definir la sección transversal de la vía más adecuada, según sus usuarios y el crecimiento poblacional de la zona. Esta beneficiara a los habitantes de la zona, pues el tramo a construir servirá de enlace y continuidad entre la carretera La Mariposa con la avenida principal La Mariposa y la avenida Rafael Urdaneta del Municipio Miguel Peña, Estado Carabobo y además conectar las zonas adyacentes a la misma. Metodológicamente será un proyecto factible con una investigación de campo y de nivel descriptivo.

Descriptor: Diseño de Pavimento, Trafico, Rasante, Vialidad.

INTRODUCCIÓN

El proyecto de una vialidad tiene la importante finalidad de conectar poblaciones, para el desplazamiento bien sea de personas o de cargamentos, estas permiten el buen funcionamiento y crecimiento, pues establecen la unión de estados, municipios, poblaciones y países. Razón por la cual en la sociedad es importante que se cuente con vías de acceso en excelentes condiciones, para facilitar el impulso de la economía.

Una vialidad es la columna vertebral del transporte y es cuando su construcción y mantenimiento se vuelven estratégicos para el desarrollo social y económico a nivel urbano y rural, como es el caso de la comunidad del sector La Mariposa, del municipio Miguel Peña del estado Carabobo, la cual es una zona rural, donde la vialidad no está en condiciones óptimas, sin capa de rodamiento, lo que existente actualmente es una base con material de granzón deteriorada y una sección transversal sin definir sus dimensiones adecuadas al tipo y uso que se le dará.

Entre las infraestructuras de apoyo a la producción, se considera que la vialidad rural es la que más afecta, tanto la producción y la distribución de lo que se produce, como la vida en general de la población que vive en el campo. Una red de carreteras eficiente no solo comprende la adecuada construcción de los caminos sino también el mantenimiento preventivo y correctivo de los construidos, ya que pasan a representar un patrimonio de la sociedad el cual debe ser conservado y mantenido en el tiempo y así evitar pérdidas a nivel económico y ofreciendo un nivel de servicio más óptimo.

Sin embargo, la falta de vialidad en el campo o su existencia en estado precario, afecta la vida total de la población que vive en un determinado sector rural. Cuando la vía es intransitable, se aleja la posibilidad de que exista el servicio de transporte público de pasajero o de carga, porque realizar tal actividad, no es rentable para nadie con una vía en malas condiciones. Así que la movilización de personas, insumos y cosecha productos del campo estará muy limitada y cualquier servicio será muy oneroso; lo cual indefectiblemente encarecerá el precio de los alimentos.

De acuerdo a lo señalado anteriormente la comunidad La Mariposa no escapa ante esta realidad y a través del diagnóstico in situ se pudo conocer que la carretera de acceso, la cual es su vía principal (carretera La Mariposa) que la comunica con el resto de la población, se encuentra deteriorada, por lo que requiere de un proyecto de vía adaptado a las necesidades de la zona, por tal motivo se realizó una propuesta de solución a la condición física de la vía titulada: “Diseño de pavimento para la carretera vía la Mariposa, tramo L=3,36 km, Municipio Miguel Peña, Estado Carabobo”. La presente investigación está estructurada en 4 (cuatro) capítulos:

Acorde a lo antes descrito se puede decir que; Capítulo I: El problema que presenta la justificación de la investigación, así como también los objetivos y alcances al cual estará proyectado; Capítulo II: Expone todas las bases teóricas, formulas e hipótesis las cuales sustentan esta investigación para el diseño de pavimentos de una vialidad; Capítulo III: Hace referencia al tipo de investigación, recursos utilizados para realizar la misma y describe las fases necesarias para realizar el diseño de pavimentos de una vialidad; Capítulo IV: Recursos, que habla de los recursos humanos, recursos institucionales, recursos materiales y cronogramas de actividades.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema.

Desde la aparición del hombre, la población mundial se caracterizó por tener un crecimiento demográfico ascendente muy lento, pero desde 1950, la población se ha duplicado y en la actualidad el número de habitantes ronda los 6.000 millones. En este sentido, el crecimiento constante de los habitantes es motivo de preocupación mundial; Las necesidades de las sociedades son cada vez mayores y más aún en materia de transporte, alimentación e insumos. Todo esto ha llevado a la creación constante de importantes obras civiles tal como son las vías de transporte y comunicación terrestre que van en constante cambio debido a los múltiples requerimientos de la población.

Seguidamente, en las últimas décadas se ha comprobado a nivel mundial, una tendencia migratoria de grandes masas de población hacia los centros urbanos, esta migración ha producido un rápido crecimiento de las ciudades y conjuntamente con este comportamiento, el número de vehículos ha crecido en una progresión geométrica. En estas circunstancias, muchas áreas de las ciudades sufren concentración y cambios en el uso del suelo y la demanda de tránsito ha crecido sin que exista la posibilidad de que aumente proporcionalmente la infraestructura vial, debido a las altas inversiones requeridas.

Por consiguiente en las grandes ciudades ocurren congestionamientos y el índice de accidentes ha aumentado significativamente, contribuyendo al deterioro de la calidad de vida. Los desplazamientos de la población en función de estos factores sufren atrasos importantes. Las soluciones buscan mejorar el uso del sistema vial existente, a través de mejoras geométricas en las vías urbanas, tratando de incrementar al máximo su capacidad.

El sistema vial es el principal soporte de los flujos generados por las actividades urbanas y es también el principal estructurador de las ciudades, determinando la localización de las actividades urbanas y sus limitaciones de expansión. La apertura de una nueva vía repercute sobre el uso del suelo, induciendo el establecimiento de algunas actividades, inhibiendo el asentamiento de otras, acelerando procesos de deterioro o cambios en los usos del suelo. La

importancia de la alteración que producen los sistemas viales queda demostrada por la expansión que ocurre en muchas ciudades alrededor de las vías que las entrecruzan.

En Venezuela el desarrollo de las vías terrestres ha sido un asunto de data reciente, las escasas carreteras que existían a principios del Siglo XX servían solo para transportar vehículos entre muy pocas ciudades y se carecía de conexión entre unas y otras.

Las vías de circulación automotriz representan una prioridad en cuanto a la evolución de la sociedad en todos los aspectos, aún más en países como el nuestro en vías de desarrollo. Aunado a los grandes y medianos proyectos de vialidad se deben implementar programas coherentes y oportunos de mantenimiento preventivo y correctivo de las vías de circulación, la ausencia de dichos programas conlleva irremediablemente a deterioro de las mismas generado caos vehicular, riesgo de pérdida materiales y humanas, además del evidente atraso en material comunicacional, y por ende, pérdida de tiempo vital en toda actividad.

Visitando la comunidad del sector La Mariposa podemos notar a simple vista una serie de aspectos negativos que afectan su normal desenvolvimiento y por supuesto su desarrollo como comunidad organizada. En principio por su ubicación y la falta de señalización de la carretera la Mariposa, para quien no conoce la zona resulta muy difícil dar con la vía de acceso, y como segundo factor aún más importante la vía de acceso se encuentra en muy mal estado, resulta ser ésta una carretera rural de unos tres kilómetros de extensión, de 4 metros de ancho y recubierta en gravas tipo caliche (depósito endurecido de carbonato de calcio que se sedimenta con otros materiales, como arena, arcilla, grava y limo). Este tipo de carretera no resulta funcional ya que durante los periodos de lluvia, debido al tránsito de vehículos rústicos, camiones y tractores que circulan por ella, la carretera se deteriora aún más requiriendo un mantenimiento permanente pero inexistente.

Para la comunidad de La Mariposa esta vía es su único medio de acceso y de comunicación con el resto del municipio y del estado, resultando de vital importancia, ya que por ella ingresan y salen los habitantes que desean trasladarse a otros centros poblados en busca de servicios de los que la comunidad carece, tales como centros de salud, escuelas de nivel secundario, universidades, y mercados.

También su importancia radica en constituir la única vía que permite llevar la producción de las zonas rurales adyacentes hacia los centros de comercialización. Y otro aspecto que acarrea la falta de una buena vía en el sector y por el mal estado de la mismas, es la carencia de los servicios de transporte público que no ingresan a La Mariposa haciendo más difícil la vida de sus habitantes, quienes a diario recorren caminando estos 3 km. expuestos a las inclemencias del clima, llegando a generar condiciones críticas a la hora de una emergencia.

Por las razones expuestas se propone evaluar la propuesta del diseño del pavimento desde un punto inicial de coordenadas UTM (604953.86E, 1116262.47 N) hasta el kilómetro 3,36 del sector La Mariposa de Coordenadas (603803.35E, 1118271.58N), que resulte una solución a corto y largo plazo, y potencie las posibilidades de desarrollo de esta rica región con el fin de mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

1.2 Formulación de problema.

¿Cómo se lograría mejorar las condiciones de la vía a través del diseño de pavimento en el sector La Mariposa, municipio Miguel Peña, Estado Carabobo?.

1.3 Objetivos de la investigación.

1.3.1 Objetivo General.

Proponer el diseño del pavimento para la carretera vía La Mariposa, tramo (L=3,36 km), municipio Miguel Peña, Edo Carabobo, Venezuela.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Determinar el estado actual de la vialidad del sector La Mariposa, desde la Coordenadas UTM (604953.86E, 1116262.47N) hasta la longitud aproximada de 3,36 km y en su punto final de Coordenadas (603803.35E, 1118271.58N), carretera La Mariposa, municipio Miguel Peña, estado Carabobo.
- Diseñar el pavimento del proyecto, definiendo el espesor más adecuado para las capas de rasante, base y subbase según las cargas de servicio.
- Presentar una sección transversal acorde con el servicio vehicular que prestara la vía.
- Graficar el perfil vertical longitudinal definitivo del proyecto.

1.4 Justificación del problema.

La presente propuesta, Diseño del pavimento de la carretera del sector La Mariposa, desde la carretera vialidad la Mariposa Coordenadas inicial (604953.86E, 1116262.47N) hasta el kilómetro 3,36 del en Coordenadas (603803.35E, 1118271.58N), representa una alternativa importante para el desarrollo económico y social de este sector, ya que la misma es una zona agrícola. El estudio de las vías de comunicación es de vital importancia para cualquier comunidad o región del país dado que estas representan el elemento de enlace entre dichas regiones.

La vialidad representa un elemento fundamental para el desarrollo integral de la población, los visitantes y todos aquellos que hagan vida activa en estas zonas, por tal motivo los entes gubernamentales son los encargados de velar por el buen servicio de redes viales en toda su extensión, así como también queda de parte de las comunidades el buen uso y resguardo de estas vías para que su funcionamiento sea duradero y proporcione beneficios a los usuarios.

Cabe destacar que a nivel nacional, las políticas de gestión del gobierno, toman en cuenta la construcción de vialidades para el desarrollo y crecimiento de las comunidades, donde se deben establecer proyectos para mantener la vialidad en buen estado, y al mismo tiempo se estará dando cumplimiento con el objetivo 1.4.2.2 de la Ley del Plan de la Patria, el cual establece que se debe:

“Fortalecer los programas de mantenimiento y construcción de vialidad y electrificación rural, con la creación de brigadas y unidades de mecanización vial por parte de la Milicia Nacional, los Consejos Comunales y Campesinos, las Redes de Productores Libres y Asociados, las Alcaldías, las Gobernaciones y el Instituto Nacional de Desarrollo Rural.” (pág.09).

En relación a lo planteado anteriormente, se puede observar, que dentro de los lineamientos políticos y sociales, el desarrollo de la vialidad es indispensable, pero se requiere del trabajo en mancomunidad de todas las instancias de participación como lo son el Consejo Comunal, Alcaldías, Gobernaciones, con el fin de fortalecer dichos programas.

La vía del sector “La Mariposa” se ve constantemente afectada por las lluvias que se presentan durante la época de invierno, obteniéndose como resultado el deterioro del camino y en algunos casos daños significativos en la calzada y alcantarillas de la misma, perjudicando así la actividad normal de desarrollo de la zona. En dicha vía se extienden tierras fértiles que trabajan los productores de la comunidad.

La plataforma del camino es muy angosta y tiene un ancho promedio de 4 m, consta de dos carriles angostos (no definidos) para circular; y para cruzar vehículos en dirección opuesta o rebasar, deben bajar sus velocidades y encontrar el lugar con el ancho adecuado para realizar la maniobra.

Debido al mal estado de la calzada, solo permite circular a velocidades inferiores a los 30Km/h. La vía consta de una capa de rodamiento compuesta de material pétreo, sin recubrimiento, constituida por gravas naturales, no trituradas, sin requisitos de granulometrías y plasticidad; su espesor es variable llegando casi a los 40cm en algunos tramos.

Es de resaltar que la misma, no presenta gradiente transversal y el drenaje tanto longitudinal como transversal es deficiente ya que las alcantarillas están deterioradas y, en algunos casos, su capacidad es insuficiente. Durante el invierno la vía se vuelve casi intransitable por lo que se ve impedida la salida de los productos agrícolas y pecuarios de esta rica zona, a los lugares de expendio donde son muy apreciados. Todo esto constituye los pilares de la economía familiar y al paralizarse por el mal estado de la vía, produce atraso y pobreza a sus habitantes.

1.5 Alcance.

Este trabajo de investigación permitirá diseñar el pavimento de una vialidad, desde la carretera la Mariposa punto inicial de Coordenadas (604953.86E, 1116262.47N) hasta el kilómetro 3,36 de Coordenadas (603803.35E, 1118271.58N), del sector dicho sector, municipio Miguel Peña, estado Carabobo, definir su sección transversal, perfil longitudinal y trazado horizontal, que satisfaga las necesidades del sector La Mariposa.

1.6 Limitaciones.

En la investigación, se pueden encontrar ciertas limitantes en cuanto a regulaciones y normas actuales para el diseño del pavimento de este tipo de vías, como son: velocidades máximas, peraltes, pendientes mínimas, tipo de terreno, entre otras.

Adicionalmente, y por lo extenso del proyecto, se debe proponer el estudio hidráulico de la zona y adicionar la obra de drenajes, tanto superficial como subterránea, que sean necesarias para evitar inundaciones en la vialidad, el cálculo detallado donde lo amerite, de tuberías o cajones de alcantarillas.

1.7 Delimitación.

La proyección de este diseño estará contemplada en las zonas adyacentes a la vialidad La Mariposa, avenida La mariposa y avenida Rafael Urdaneta.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Según Rojas (2011) el marco teórico de la investigación, también denominado marco referencial conceptual, puede ser definido como el resumen o compendio de una serie de elementos conceptuales que sirven de base a la indagación o investigación que está siendo desarrollada. Es generalmente aceptado que dicho marco se estructura en tres grandes secciones, que en primer lugar abarca los antecedentes de la investigación, que comprende a los estudios previos y tesis de grado relacionadas con el problema planteado; es decir, investigaciones realizadas anteriormente y que guardan alguna vinculación con el problema en estudio y que debe evitar ser confundida con la historia del objeto de estudio en cuestión.

En segundo lugar, las bases teóricas que abarcan un conjunto de conceptos y proposiciones que constituyen un punto de vista o enfoque determinado, dirigido a explicar el fenómeno o problema planteado. Esta sección puede dividirse en función de los tópicos que integran la temática tratada o de las variables que serán analizadas. Finalmente, se debe abordar la definición de términos básicos, que consiste en dar el significado preciso y según el contexto a los conceptos principales, expresiones o variables involucradas en el problema formulado. Según Tamayo (1993), la definición de términos básicos "es la aclaración del sentido en que se utilizan las palabras o conceptos empleados en la identificación y formulación del problema." (p. 78).

2.1 Antecedentes de la Investigación.

El primer antecedente que se presenta en esta investigación es el trabajo de Da Silva (2013) titulado **“Desarrollo de una metodología para Estudiar las Condiciones Operativas en un Sector Urbano que presente Condiciones Críticas orientadas a Evaluar alternativas para mejorar la movilidad vehicular y peatonal”** presentado por ante la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica Andrés Bello, como requisito para optar al título de Ingeniero Civil. El objetivo de este antecedente fue el desarrollo de una metodología para estudiar, analizar y mejorar la movilidad vehicular y peatonal de acuerdo con las características operativas

presentes en el sector bajo estudio, que fue el Casco Central de Petare en la Ciudad de Caracas.

Desde el punto de vista metodológico, este antecedente se basó en una estructura de siete etapas pasando por la visualización del sitio, la recopilación de información existente, la caracterización de la vía, el diagnóstico de la problemática, la presentación de alternativas y la selección de la mejor alternativa. En otras palabras requirió la recolección de información, caracterización y diagnóstico del escenario actual del sector bajo estudio, planteando las alternativas que mejoren las condiciones operativas que luego fueron evaluadas para determinar la selección más adecuada, que concluyó con la mejor distribución total de la red vial, incluyendo un total de 900 metros adicionales de vialidad nueva y la implementación de algunas intersecciones semaforizadas, para darle continuidad a la Av. Rio de Janeiro con la Carretera Petare – Santa Lucía.

En términos metodológicos, este antecedente se relaciona directamente con la presente investigación dado que aborda de forma inmediata un conjunto de herramientas que resultan de utilidad para el investigador en aras de lograr el cumplimiento de los objetivos propuestos en el análisis de la carretera vía la Mariposa, sector La Mariposa del municipio Miguel Peña del Estado Carabobo, de modo que puede ser usada como referencia para el desarrollo de la segunda y tercera fases de esta tesis.

En segundo lugar, se presenta como antecedente el trabajo de Guerra (2013) titulado **“Diseñar un plan de Mantenimiento Correctivo-Preventivo vial Programado de la Autopista Francisco Fajardo, Tramo Caricuao-Puente Los Leones. Caracas”** presentado por ante la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nueva Esparta, como requisito para optar al título de Ingeniero Civil y que tuvo como objetivo general la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo-correctivo vial programado de la Autopista Francisco Fajardo, tramo Caricuao-Puente Los Leones entre las progresivas 0+000 y 7+000, separados en ambos sentidos por el Rio Guaire.

Desde el punto de vista metodológico, este estudio fue de tipo exploratorio y con diseño de campo, en el cual se evaluaron las condiciones actuales de la vía por medio de inspecciones de campo usando planillas, memoria fotográfica e investigación de campo usando documentación

técnica, para determinar los parámetros de ingeniería civil para realizar un plan de mantenimiento eficiente de dicha vía, para corregir los daños en el pavimento, deterioro de defensas, señalización y drenajes longitudinales y se garantice la seguridad de los usuarios y la buena circulación del tránsito automotor. En cuanto a las conclusiones, el investigador logro determinar las condiciones del asfalto, defensas laterales, sistemas de drenaje (cunetas y sumideros de rejilla) e iluminación y pudo relacionar su incidencia en la condición vial con el promedio día de tránsito (PDT).

En cuanto a la relación de este antecedente con la presente investigación, se observa la similitud en cuanto a la metodología abordada por el investigador, de modo que se aportan elementos y guías para que, en el presente trabajo, se pueda cumplir el primer y segundo objetivos específicos y a su vez tener referencia sobre los parámetros clave de ingeniería necesarios para proponer el diseño objeto de esta tesis.

Como tercer antecedente de esta investigación, se presenta el trabajo de Bruestten Francisco (2011): **“Propuesta para la construcción de la carretera del sector agrícola La Arenosa-Pirapira-Las cuevas del Municipio Libertado, Estado Carabobo”** presentado por requisito para optar al título de Ingeniero Civil en la Facultad de Ingeniería de la Universidad José Antonio Páez (UJAP).

Este trabajo de grado tuvo como objetivo general evaluar los problemas que afectan a las comunidades debido a la falta de una comunicación vial eficiente. Además recolectar información de las medidas necesarias, tipos de vehículo que transitan dicha vía y su funcionalidad y como resultado final proponer los diferentes procedimientos, materiales, maquinarias y mano de obra necesaria a usar para la elaboración de la vialidad.

Este estudio, que adquirió la forma de una investigación de campo, de nivel descriptivo, se desarrolló metodológicamente por medio de tres fases, siendo la primera el diagnóstico de la situación actual de las vías de acceso, para luego identificar la problemática del sector PiraPira-Las Cuevas en cuanto a la dificultad de comunicación vial carente para los habitantes de dicha parroquia, para finalmente presentar la propuesta de mejoramiento que es objeto del presente antecedente. El aporte de este antecedente a la presente investigación se evidencia en términos de su contenido y similitud de objeto y finalidades por tratarse del rediseño de una

arteria vial que presenta una problemática concreta que afecta a los valencianos, tal como ocurre en el presente estudio, por lo cual este aporta elementos concretos tanto metodológicos como de contenido que sirven de apoyo para el logro del objetivo general.

Como cuarto antecedente se presenta el trabajo de Requena (2011) titulado **“Impactos ocasionados en la construcción de túneles viales”** presentado por ante la Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas de la Universidad de Oriente como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil. En este antecedente tuvo como objetivo general el análisis del impacto generado en la construcción de túneles viales así como el impacto en los proyectos de construcción de las vías de comunicación al realizar proyectos que modifiquen sistemas viales en uso y que requieren optimización. Desde el punto de vista metodológico este antecedente se desarrolló como un estudio de tipo documental con base a fuentes impresas, audiovisuales e Internet. Por otra parte, su desarrollo fue en base a un procedimiento constructivo para analizar las etapas de construcción del túnel y cómo cada etapa genera un impacto específico.

Desde el punto de vista de sus conclusiones, en este antecedente se encontró que la mayoría de las perturbaciones del medio ambiente y sus efectos negativos son generados y producidos por el desarrollo de la infraestructura, las consecuencias más resaltantes son: el suelo, la flora, el agua, el aire, la fauna, así como también, se ve influenciado los aspectos económicos, sociales y la salud en general. Se pudo observar que algunos de estos problemas no se pueden evitar, pero si disminuirse tomando unas series de precauciones y medidas para reducir al máximo los impactos que se generan. Se hace necesaria la divulgación de recomendaciones ambientales en el área de ingeniería para que cumplan las normativas y protecciones al medio ambiente en cada una de las obras de gran envergadura vial.

Este antecedente guarda completa relación con el presente estudio, por virtud de que se analiza una metodología de proyecto que desde el punto de vista de contenido aporta ideas y enfoques de estudio al investigador, de modo que se apliquen algunos conceptos e ideas propuestas por el autor del antecedente para el desarrollo del contenido de este trabajo de grado al momento de plantear las mejoras al Sector la Mariposa, Carretera La Mariposa.

2.2 Base teórica.

Una vez planteado la problemática y precisado los objetivos de la presente investigación, es necesario establecer los aspectos teóricos que lo sustentan y de esta manera enmarcar el problema dentro de un conjunto de técnicas y conocimientos, lo más sólido posible, a fin de orientar y ofrecer una conceptualización adecuada de los terminos utilizados.

2.2.1 Asfalto.

Es un material viscoso, pegajoso y de color plomo (gris oscuro). Se utiliza mezclado con arena o gravilla para pavimentar caminos y como revestimiento impermeabilizante de muros y tejados. En la mezcla asfáltica es usado como aglomerante para la construcción de carreteras, autovías o autopistas. Está presente en el petróleo crudo y compuesto casi por completo. El asfalto es una sustancia que constituye la fracción más pesada del petróleo crudo. Se encuentra a veces en grandes depósitos naturales.

Para pavimentar se emplean asfaltos de destilación, hechos con los hidrocarburos no volátiles que permanecen después de refinar el petróleo para obtener gasolina y otros productos.

2.2.2 Diseño geométrico de una carretera.

El estudio de diseño geométrico de una carretera o vía, según Agudelo (2002) se encarga de “Determinar las características geométricas de una vía a partir de factores como el tránsito, la topografía, velocidades, de modo que se pueda circular de una manera cómoda y segura” (p.44) y que está compuesto por tres elementos de carácter bidimensionales, los cuales deben realizarse uno a uno, pero que son interdependientes entre sí, dichos parámetros son:

Û Alineamiento horizontal: este está conformado por ángulos y distancias formando un plano horizontal con coordenadas norte y este.

Û Alineamiento vertical: conformado por distancias horizontales y pendientes, que producen un plano vertical con abscisas y cotas.

Û Diseño transversal: consiste en distancias horizontales y verticales que a su vez generan un plano transversal con distancias y cotas.

Para realizar el diseño geométrico de una carretera se considera esencial realizar un conjunto de estudios preliminares que permitan establecer las prioridades y recursos para la

elaboración del proyecto, los cuales pasan por la recolección de toda la información disponible que se considere pertinente, tal como información emanada de los vértices geodésicos, mapas, cartas y cartografía vial, así como fotografías aéreas, entre otras relacionadas con la información topográfica y geomorfológica que esté disponible; y que complementa la información de naturaleza económica, también denominada de viabilidad económica.

Para desarrollar un proyecto que incluya el diseño geométrico de una carretera, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, así como el Manual de Vialidad Urbana del Ministerio de Transporte y Comunicaciones de la República de Venezuela para 1981, refiere los principales parámetros de diseño que deben ser considerados desde el punto de vista conceptual en la morfología del eje de una vía tanto en planta como en perfil, así como en los elementos que integran su sección transversal. Dichos parámetros son: la velocidad de diseño y la capacidad de la vía para atender una determinada demanda vehicular.

2.2.3 Carreteras y caminos.

Para Agudelo (2002) una carretera es “Un sistema de transporte que permite la circulación de vehículos en condiciones de continuidad en el espacio y tiempo que requiere de cierto nivel de seguridad, rapidez y comodidad” (p.26) pudiendo necesitar para ello una o más calzadas, estando cada calzada conformada por uno o varios carriles, y esta a su vez con uno o varios canales de circulación, para satisfacer los volúmenes de demanda del tránsito, así como los tipos de vehículos que en ella habrá de transitar, considerando su clasificación funcional y distribución direccional. Autores como Crespo (2011) aseguran que el termino carreteras se asemeja más a “Los caminos de características modernas destinadas al movimiento de un gran número de vehículos” (p.1); sin embargo, desde un enfoque técnico, Crespo (op.cit) indica que una carretera se puede definir como la “Adaptación de una faja sobre la superficie terrestre que llene las condiciones de ancho, alineamiento y pendiente para permitir el rodamiento adecuado de los vehículos para los cuales ha sido acondicionada” (p.1).

2.2.4 Clasificación de las carreteras de Venezuela.

En Venezuela, la clasificación de los caminos o carreteras está incorporada en el Reglamento de la Ley de Transporte y Tránsito Terrestre de 1998, aún vigente, que dispone en su artículo 231 que las carreteras son de tipo convencional, que engloban aquellas vías

pavimentadas que no reúnen las características propias de las autopistas, vías expresas, ni vías rápidas; mientras que las carreteras son las vías destinadas al tránsito automotor de carácter extraurbano. A su vez, se consideran vías rápidas, las carreteras de una sola calzada, con limitación total de acceso a las propiedades colindantes; tampoco cruzan a nivel ninguna otra senda, vía, línea de ferrocarril, ni son cruzadas a nivel por vías de comunicación o servidumbres de paso; por otra parte, las vías expresas, no reúnen las características de una autopista, pero tienen calzadas separadas para cada sentido de circulación y limitación de accesos a propiedades colindantes, e igual que las vías rápidas, no cruzan a nivel ninguna otra senda, vía, línea de ferrocarril, ni son cruzadas a nivel por vías de comunicación o servidumbres de paso. Finalmente, las autopistas son consideradas como vías especialmente diseñadas para altas velocidades de operación, con los sentidos de flujo aislados por medio de separador central, sin intersecciones de nivel y con el control total de accesos.

Una clasificación más técnica emana de las Normas para el Proyecto de Carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (1997) que clasifica las vías según su geometría las vías, y que contempla las autopistas, que son vías con divisoria física continua entre los sentidos del tránsito y con control total de los accesos, con calzadas paralelas o independientes y cada calzada debe contar con al menos una franja de estacionamiento de emergencia, denominada hombrillo; las carreteras, consideradas vías sin divisoria física entre los sentidos del tránsito, pudiendo tener calzadas con más de un canal por cada sentido y provista de un hombrillo a cada lado en los casos en que se prevea que maneje volúmenes de tránsito considerables; las vías expresas, que son vías que cuentan con división física entre los sentidos de tránsito, pudiendo tener aperturas ocasionales y con control parcial de los accesos, y cuyas calzadas pueden estar alineadas paralela o independientemente, dotada de un hombrillo de mínimo una franja de ancho.

2.2.5 Clasificación por su Transitabilidad.

La clasificación por su Transitabilidad corresponde a las etapas de construcción de las carreteras y se divide en:

- **Terracerías:** cuando se ha construido una sección de proyecto hasta su nivel de subrasante transitable en tiempo de sequía.

- **Revestida:** cuando sobre la sub-rasante se ha colocado ya una o varias capas de material granular y es transitable en toda época.
- **Pavimentada:** cuando sobre la sub-rasante se ha construido ya totalmente el pavimento que cubre la misma.

La clasificación anterior es casi universalmente usada en cartografía (Ver figura 1).

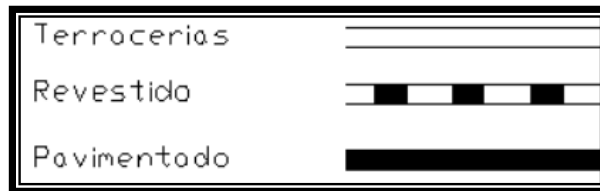


Figura 1: Clasificación de Transitabilidad.

Fuente: <http://www.construaprende.com/images/tesis/4/Image1.gif>

2.2.6 Clasificación por su Importancia.

- **Carreteras Troncales:** Son carreteras interestatales entre centros poblados de mayor importancia del país. Contribuyen a la integración nacional, al desarrollo de la economía del país y proveen conexión regional e internacional.
- **Carreteras Locales:** Son de interés regional. Permite la comunicación entre poblados y vías de mayor importancia, y reúnen el transito proveniente de ramal y subramal.
- **Los Ramales:** Intercomunican centros poblados de menor importancia y proveen el acceso de esta a las carreteras principales. Cumplen una función de gran importancia en el sistema vial del país, la de alimentar y distribuir el tráfico que circula por las carreteras troncales.
- **Los Subramales:** Proveen acceso a fundos y otros explotaciones.
- **Otras Clasificaciones:** Carreteras Nacionales, Estatales, de entidades agrícolas, particulares y de sistemas cooperativa, carreteras de concreto, asfalto, granzón, tierra tratada y o simplemente de tierra.

2.2.7 Capacidad de una carretera o un camino.

Tomando en consideración que con el pasar del tiempo un camino puede llegar a un grado de saturación vehicular que le impida el manejo eficiente de los volúmenes de transito que

originalmente tenía previstos alojar en su diseño, de modo que requiera la construcción de un camino paralelo o el mejoramiento del diseño original, lo cierto es que para Crespo (op.cit) la capacidad de un camino, también llamada capacidad practica de trabajo de un camino es el volumen máximo que alcanza antes de congestionarse o antes de perder la velocidad estipulada en su diseño original, también considerada como capacidad teórica, la cual puede medirse generalmente en vehículos por hora y por carril, o en vehículos por hora y para vías de dos carriles, la medición debe ser en ambos carriles. Sobre la capacidad teórica, la misma según Crespo (op.cit) “Ha sido determinada tomando en cuenta velocidades promedio entre 70 y 80 kph y separaciones entre vehículos de aproximadamente 30 m” (p.13) lo cual ha generado una capacidad de casi 2000 vehículos por hora, usando como forma de cálculo la siguiente expresión:

$$Q = \frac{1.000 V}{S}$$

Donde V es la velocidad media de los vehículos en el momento determinado para la medición y S es el intervalo medio entre los vehículos. Este es el parámetro que ayuda a determinar el congestionamiento de una vía, cuando al hacer el recuento de volúmenes de tránsito en ciertas horas del día y en condiciones de saturación tan altas, que se evidencia el detenimiento del flujo vehicular.

El autor mencionado asegura que el Departamento de Caminos Federales de Estados Unidos refiere como capacidad máxima total de un camino de dos carriles los 900 vehículos totales por hora y por ambos carriles en las condiciones ideales de operación; a saber: dimensiones de 3,65 m de ancho cada uno, pendiente y alineamiento adecuado, entre otras.

La demanda de circulación vehicular para una determinada vía debe ser confrontada con su capacidad para atender dicha demanda; en este sentido, los aspectos físicos de la vía que configuran su capacidad, a tenor del Manual de Vialidad Urbana precitado, son como mínimo el número de canales, el ancho de los mismos, la existencia de separador de las corrientes de tránsito contrarias, entre otros factores que han sido analizados previamente en secciones anteriores.

En el esquema que se muestra en a continuación se presenta una forma sinóptica de la secuencia que sigue el proceso de diseño de una vía de comunicación, con los pasos secuenciales que debe seguir el proyectista. (Ver figura 2).

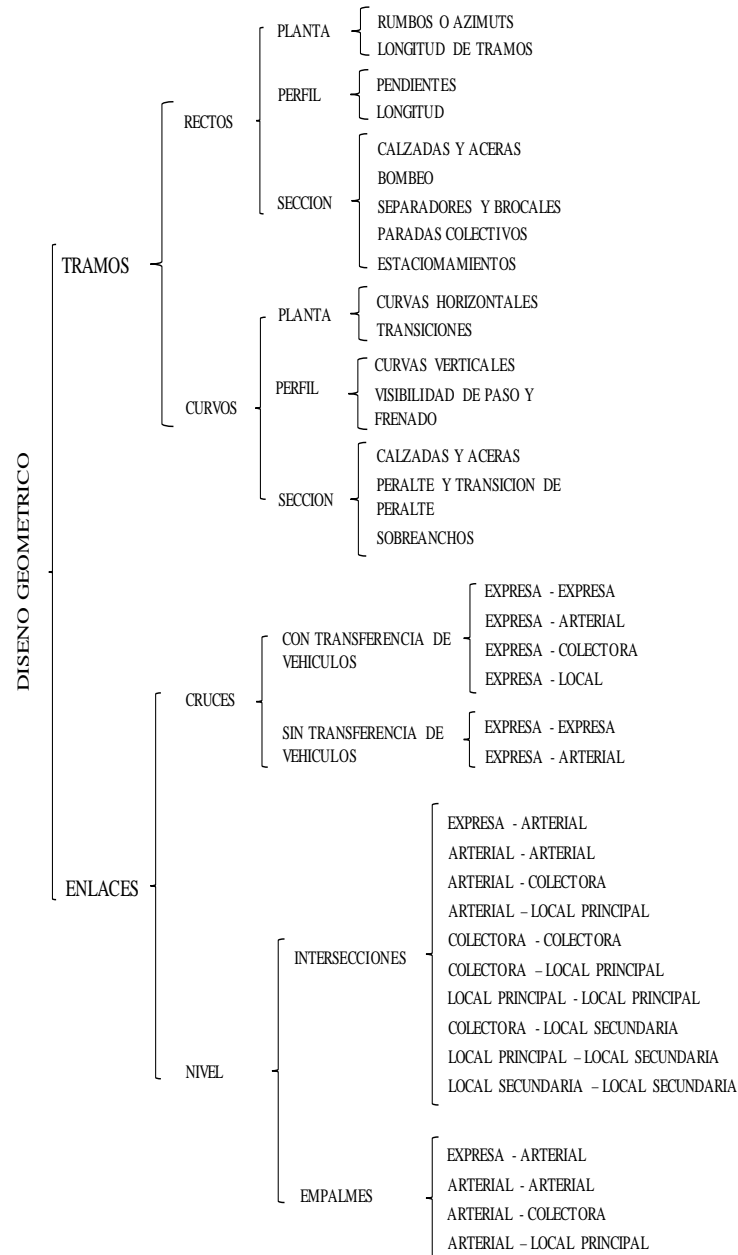


Figura 2. Esquema de secuencia para diseño de una vía de comunicación.

Fuente: Manual de Vialidad Urbana (1981).

Los cuadros 1 y 2, establecen la capacidad de las vías urbanas para uno o dos sentidos de circulación y la capacidad medida en vehículos equivalentes por hora.

Cuadro 1. Capacidad En Vías Urbanas De Un Sentido De Circulación. Capacidad En Vehículos Equivalentes Por Hora.

Ancho de la calzada (m)	6,00	6,60	7,20	9,00	9,90	10,80	12,00	13,20	10,40
Vía arterial: Con accesos espaciados, estacionamiento prohibido	2.000	2.200	2.400	3.000	3.300	3.600	4.000	4.400	4.800
Vía colectora: restricción para estacionar y alta capacidad en las intersecciones	1.300	1.450	1.600	2.150	2.400	2.650	3.000	3.350	3.700
Vía local: capacidad restringida por vehículos estacionados e intersecciones frecuentes	800	950	1.100	1.650	1.900	2.150	2.500	2.800	3.200

Fuente: Manual de Vialidad Urbana (1981).

Cuadro 2. Capacidad En Vías Urbanas De Dos Sentidos De Circulación. Capacidad En Vehículos Equivalentes Por Hora.

Ancho de calzada (m)	TOTAL EN AMBAS DIRECCIONES						PARA UNA SOLA DIRECCION					
	DOS CANALES			TRES CANALES			CUATRO CANALES			SEIS CANALES		
	6,00	6,60	7,20	9,00	9,90	10,80	12,00	13,20	14,40	18,00	19,80	21,60
Vía Expresa: con accesos controlados y con intercambios a desnivel									3.000			4.500
Vía arterial: con accesos espaciados, estacionamiento prohibido	1.200	1.350	1.500	2.000	2.200	2.400	2.000	2.200	2.400	3.000	3.300	3.600
Vía colectora: restricción para estacionar y alta capacidad en las intersecciones	800	1.000	1.200	1.600	1.800	2.000	1.200	1.350	1.500	2.000*	2.250*	2.500*
Vía local: capacidad restringida por vehículos estacionados e intersecciones frecuentes	300 a 500	450 a 600	600 a 750	900 a 1.100	1.100 a 1.300	1.300 a 1.500	800 a 900	900 a 1.000	1.000 a 1.200	1.300 a 1.700	1.500 a 2.000	1.600 a 2.200

* Se considera que en vías de 3 canales por sentido, no divididos, estos valores se aumentarían en 200 v-eq/h.

Fuente: Manual de Vialidad Urbana (1981).

2.2.8 Factores que afectan la capacidad de una carretera o un camino.

La capacidad práctica de una carretera es determinada en condiciones ideales de operación, tales como sección, alineamiento, condiciones de visibilidad, clima, entre otras cuya variabilidad resulta impredecible y por ende no constantes, de tal manera que afectan la capacidad de la vía y la pueden reducir considerablemente; sin embargo, los factores o elementos que se ha determinado, según Crespo (op.cit) que afectan la capacidad de las carreteras son el ancho de la sección, la visibilidad, la pendiente, el ancho de los hombrillos (acotamientos); el porcentaje de vehículos pesados en la vía y la obstrucción lateral. En el cuadro 3 presentada por Crespo (op.cit) citando estudios de la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO, por sus siglas en Inglés) se observa el efecto que tiene el ancho de sección transversal en la capacidad practica de una vía, tomando en consideración que el ancho de carril tomado para determinar la capacidad practica de una carretera fue de 3,65 metros, aun cuando dicho valor no es constante, pudiendo existir anchos de 3,05 metros, de modo que el efecto se observa en el cuadro 3:

Cuadro 3. Efecto del Ancho de Carril en la Capacidad de Diseño de las Vías.

EFECTOS DEL ANCHO DEL CARRIL		
<i>Ancho del carril en metros</i>	<i>Vehículos por hora, total en la caminos de dos carriles</i>	<i>Porcentaje de la capacidad con respecto a la sección optima</i>
3,65 optima	900	100%
3,35	774	86%
3,05	693	77%
2,75	630	70%

Fuente: Crespo (2011).

En cuanto a la visibilidad y a la pendiente, al autor citado asegura que estos parámetros se vinculan muy cercanamente con el alineamiento y la velocidad del proyecto, observando que su relación afecta de forma directa la capacidad, por virtud de las condiciones implícitas en las dos primeras. Por su parte, el efecto de los hombrillos o bermas sobre la capacidad práctica, es evidente atendiendo al hecho de que un hombrillo sin el ancho adecuado puede causar que un

vehículo accidentado o detenido por emergencia obstaculice parte o la totalidad de un carril, representando un peligro para la circulación de los demás vehículos, por lo que dichos valores son recomendados en función del tipo de camino a diseñar y la topografía del terreno que este atraviesa. Finalmente, el efecto de la circulación de los vehículos pesados en la capacidad práctica de la vía, también resulta evidente, considerando que mientras más anchos son estos vehículos y más lento circulan, aunado a la topografía ondulada o planicie del terreno, más impactan en dicha capacidad. Así lo muestra el cuadro 4.

Cuadro 4. Efecto de los Vehículos Pesados en la Capacidad de Diseño de las Vías.

EFFECTOS DE LOS VEHICULOS PESADOS				
<i>Porcentaje de vehículos pesados con relación al tránsito total. Caminos de dos carriles</i>	<i>Terreno Plano</i>		<i>Terreno ondulado</i>	
	<i>Vehículos por hora, total en caminos de dos carriles</i>	<i>Porcentaje de la capacidad en vehículos por hora</i>	<i>Vehículos por hora, total en caminos de dos carriles</i>	<i>Porcentaje de la capacidad en vehículos por hora</i>
0	900	100	900	100
10	800	89	640	71
20	710	79	500	55

Fuente: Crespo (2011).

En relación a las obstrucciones laterales, que para Crespo (2009) suelen ser muy frecuentes en las carreteras y vías en general, como por ejemplo ocurre con los muros de contención de tierras, los postes y señales, así como los vehículos estacionados, todas ellas tienen un efecto en la capacidad práctica de las vías según se indica en el cuadro 5 presentada por Crespo (op.cit) la cual tiene clara tendencia a la disminución directa, aunque no proporcional, como producto de la correlación entre la distancia del obstáculo al borde de la carpeta asfáltica y el ancho real de los carriles de la vía.

Cuadro 5. Efecto de las obstrucciones laterales en la capacidad de diseño de las vías.

EFEECTO DE LAS OBSTRUCCIONES	
<i>Distancia del borde de la carpeta asfáltica hasta el obstáculo</i>	<i>Ancho efectivo de dos carriles de 3.65 metros cada uno</i>
1.80	7.30
1.20	6.70
0.60	6.10
0.00	5.50

Fuente: Crespo (2011).

2.2.9 Movimiento de tierras.

Las maquinarias empleadas para movimiento de tierra en el bosque nativo son tractores niveladores (bulldozer) de potencia entre 150 y 220 hp montados sobre orugas. Actualmente se utilizan máquinas de nueva generación como los Caterpillar serie II o Komatsu D65EX-12. Los tractores están equipados con una hoja de 4 metros de ancho y una capacidad de 5 a 7 metros cúbicos. Por lo general operan con orugas de ancho estándar (510mm), pesan de 18 a 24 toneladas y las presiones al suelo alcanzan valores de 50 a 60 Kpa. Además están equipados con un desgarrador de tres dientes que se emplea para remover duros y soltar tocones.

Los caminos en bosque nativo son generalmente caminos de ladera y la construcción se realiza dejando el 100% de la plataforma en corte firme mediante la técnica llamada “bote al lado”, para asegurar la estabilidad de la calzada en terrenos con pendiente. Es decir, la tierra removida excedente debe quedar completamente extendida sin dejar cordón al lado del terraplén o se bota inmediatamente hacia el lado inferior de la ladera, constituyendo el derrame.

El tractor trabaja siempre aprovechando la pendiente, esto es, desde la parte alta hacia la parte baja del camino. Según la altura de corte, se va realizando en forma gradual en sucesivas pasadas, cuidando ir conformando el talud de corte en el ángulo recomendado. Finalmente realiza un afinamiento o perfilado de la sub rasante, considerando ocasionalmente la

confección de la cuneta ya que normalmente se realiza en un trabajo posterior con la motoniveladora. El material derramado queda suelto sobre la ladera acomodándose naturalmente al ángulo de reposo del material. En las áreas cordilleras es común que el movimiento de tierra alcance el estrato de material rocoso. El volumen de movimiento de tierra es en función de la pendiente lateral del terreno, del ángulo del talud de corte y del ancho de la plataforma en corte firme.

El rendimiento de los bulldozer en la técnica de “bote al lado” depende principalmente de la potencia. La pendiente de la ladera del terreno, el tipo de suelo, la presencia de rocas y la experiencia del operador. A medida que la pendiente lateral aumenta, aumenta el volumen por metro del camino, el bulldozer trabaja a plena carga con menores desplazamientos, lo que traduce en mayor rendimiento. En los últimos años la productividad en general ha aumentado por la mejor organización del trabajo y la incorporación de equipos de mejor tecnología. Es común lograr rendimientos de más de 100 m³/hora.

2.2.10 Obras de drenajes.

Las obras de drenajes son elementos estructurales que eliminan la inaccesibilidad de un camino, provocada por el agua o la humedad.

Los objetivos primordiales de las obras de drenajes son:

- a) Dar salida al agua que se llegue a acumular en el camino.
- b) Reducir o eliminar la cantidad de agua que se dirija hacia el camino.
- c) Evita que el agua provoque daños estructurales.

De la construcción de las obras de drenajes, dependerá en gran parte la vida útil y facilidad de acceso al camino.

- **Tipos de drenajes.**

Para llevar acabo lo antes citado, se procede a realizar en el camino drenajes superficiales y drenajes subterráneos.

- **Drenaje superficial.**

Se construye sobre la superficie del camino o terreno, con funciones de captación, salida, defensa y cruce, algunas obras cumplen con varias funciones al mismo tiempo.

En el drenaje superficial encontramos: cunetas, contra cunetas, bombeo, lavaderos, zampeados y el drenaje transversal.

- **Cunetas.**

Las cunetas son zanjas que se hacen en un lado o a ambos lados del camino, con el propósito de conducir las aguas provenientes de la corona y lugares adyacentes hacia un lugar determinado, donde no provoque daños, su diseño se basa en los principios de los canales abiertos, este tipo de drenajes es el que se utilizara en la propuesta de construcción de la carretera planteada.

Para un flujo uniforme se utiliza la fórmula de Manning, como se muestra a continuación.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3}$$

debido a que se construyen en la parte aguas arriba de los taludes, provocan reblandecimientos y derrumbes.

Si son necesarios, deberá estudiarse muy bien la naturaleza geológica del lugar donde se van a construir, alejándolas lo más posible de los taludes y recubriéndolo con morteros (zampeados) en algunos casos para evitar filtraciones.

- **Bombeo.**

Es la inclinación que se da a ambos lados del camino, para drenar la superficie del mismo, evitando que el agua se encharque provocando reblandecimientos o que corra por el centro del camino causando daños debido a la erosión.

El bombeo dependerá del camino y tipo de superficie, se mide su inclinación en porcentaje y es usual el 2% como mínimo y hasta un 10% como máximo.

2.2.11 Proyecto de mejoramiento vial.

Un proyecto de mejoramiento vial, como cualquier otro proyecto de esta naturaleza ha de involucrar a un grupo multidisciplinario de profesionales, incluyendo también un conjunto de estudios que estarán determinados en su realización por el factor de trazado o geométrico. Para Agudelo (2002) no hay un orden predefinido para la realización de los estudios inherentes a un proyecto, aunque algunos de esos son esenciales, e impiden el desarrollo de los demás, pero entre los esenciales, que determinan la viabilidad del proyecto están el estudio de tránsito, que incluye el estudio de capacidad y niveles de servicio; el estudio de señalización; el estudio de geología para ingeniería y geotécnica; el estudio de suelos para el diseño de las fundaciones; el estudio de estabilidad y estabilización de taludes; el estudio geotécnico para diseño de pavimentos; el estudio de hidrología, hidráulica y socavación; el estudio estructural para el diseño de puentes; el diseño geométrico; el estudio de impacto ambiental y el de prefactibilidad de valorización.

Los proyectos de mejoramiento de carreteras para Agudelo (2002) comprenden “Las modificaciones de la geometría y dimensiones originales de la vía con el fin de mejorar su nivel de servicio y adecuada a las condiciones requeridas por el tránsito actual y futuro” (p.37) y suele abarcar tres tipos de trabajo: la ampliación, la rectificación y la repavimentación. La

primera las mencionadas se pueden hacer sobre la calzada existente, pero puede comprender la construcción de bermas, o por la realización de ambas. Por otra parte, la rectificación de las vías comprende el mejoramiento del alineamiento horizontal y vertical con el fin de garantizar una velocidad de diseño adoptada; finalmente la pavimentación se relaciona con el diseño y construcción de la estructura del pavimento, que como proyecto suele comprender la ampliación de la calzada; la construcción de nuevos carriles; la construcción de bermas; la rectificación, como forma de alineación vertical y horizontal; la construcción de obras de drenaje y sub-drenaje; la construcción de la estructura del pavimento; la estabilización de afirmados; el tratamiento superficial o riego; la señalización vertical; la demarcación vial y las obras de contención.

Otros tipos de proyecto son los de rehabilitación, que para Agudelo (2002) están relacionados con la recuperación de las condiciones iniciales que tenía la vía luego de su construcción, de forma tal que pueda satisfacer las especificaciones técnicas originales de su diseño, pudiendo para ello comprender las siguientes actividades: construcción de drenajes, recuperación o afirmado de la capa de rodamiento, la reconstrucción de la sub-base o base de la capa de rodamiento, así como otras obras de estabilización.

2.2.12 Velocidad de diseño.

Este primer elemento debe ser considerado como determinante en la morfología del eje en planta y en perfil, además porque condiciona o define de manera directa elementos como el peralte, la transición del peralte, el ancho de los canales de circulación vehicular, que conforman la sección transversal de la vía. Resulta importante relacionar su valor con la funcionalidad o jerarquización de las vías, que se presenta en el cuadro 7:

Cuadro 7. La velocidad de diseño según el tipo de vía.

RANGO	TIPO DE VIA	VELOCIDAD
1	Expresa	80 km/h
2	Arterial	60 km/h
3	Colectora y Local Principal	50 km/h
4	Local Secundaria	-

Fuente: Manual de Vialidad Urbana (1981).

Por lo anterior, es posible que se presenten diversas formas de operación, por lo que en ciertas condiciones un vehículo puede recorrer distancias mayores en menor tiempo y con menor cantidad de interferencias, siendo estas las vías cuyo propósito es la mayor y mejor movilidad entre dos destinos; mientras, hay otras vías que por su forma de operación permiten paradas, el acceso directo a propiedades urbanas ubicadas a sus lados, o en su defecto el acceso a servidumbres, siendo estas las vías destinadas a la accesibilidad.

2.2.13 Vehículo de diseño.

Las características físicas y los distintos tamaños de vehículos que circulan por una vía específica son determinantes en los aspectos de tipo geométrico de dicha vía, siendo entonces esencial caracterizar los tipos de vehículo que circularán por ella, específicamente indicando el tamaño característico o más representativo de los diversos grupos, así como sus condiciones de operación para establecer los criterios a través de los cuales se base el proyecto de una carretera. Lo anterior es conocido como vehículo de diseño, que permite establecer varios aspectos del dimensionamiento geométrico y estructural de una carretera, tales como el ancho del vehículo, el cual afecta en los anchos de carril, calzada, hombrillo y sobre ancho de la sección transversal, así como el radio mínimo de giro y las intersecciones y el gálibo. Por otra parte, la distancia entre ejes afecta en el ancho y radios internos y externos de los carriles para efecto de los giros; finalmente la relación entre el peso bruto total y la potencia influye en las pendientes que el camino puede admitir para asegurar la circulación del vehículo de diseño. A continuación, se observa el efecto que cada tipo de vehículo de diseño tiene en el proyecto.

ü **Vehículos livianos:** Según las normas para el proyecto de carreteras del MTC la longitud y el ancho de los vehículos livianos no suelen ser condicionantes del proyecto, salvo que se trate de una vía por la cual circularan solo vehículos livianos, lo cual suele ser improbable para la mayoría de las vías; en este sentido, se consideran como dimensiones promedio para estos vehículos un largo de 5,80 m y ancho de 2,10 m, tomando en cuenta que es la dimensión de los vehículos norteamericanos, que suelen ser los más grandes en comparación con otras marcas de origen no americano.

Los vehículos livianos tienen alto impacto en aspectos como la distancia de visibilidad de parada y distancia de adelantamiento, de las cuales se detallará más adelante su contenido.

Estos parámetros son importantes porque estos vehículos son los que generan más velocidad, y la altura del ojo del conductor es más baja, de modo que se definen las distancias de visibilidad para adelantamiento, de parada o frenado, las zonas de seguridad en relación a los cruces, la altura mínima de las barreras de seguridad y los antideslumbrantes, entre otras características.

Û **Vehículos pesados:** estos tipos de vehículos tienen características en cuanto a su sección y altura que inciden en la determinación de los carriles y su capacidad, así como radios y sobre anchos en curvas horizontales, alturas libres mínimas permisibles, necesidad de carriles adicionales, longitudes de incorporación, longitudes y proporción de los espacios para estacionamiento de vehículos pesados, miradores y áreas de descanso.

El criterio adoptado en este sentido por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones para la escogencia de estos vehículos, ha sido el radio de giro, puesto que:

“No resulta lógico adoptar radios de giro amplios para una cantidad pequeña de vehículos que así lo requieran. Ello produciría un sobre costo no justificado e induciría a un tránsito desordenado por parte de los vehículos más pequeños.

Es preferible utilizar un radio de giro que acomode a los vehículos grandes con alguna dificultad, si las ocasiones de giro son pocas para ellos. Por otra parte, un radio de giro mínimo que solo atienda a los vehículos más pequeños, produce retardo en el tránsito, porque los vehículos largos se ven obligados a invadir los canales de circulación vecinos, para acomodarse a la curvatura.

En la mayor parte de los casos, los remolques (WB), pueden acomodarse con poca dificultad a los radios de giro mínimos de los camiones (SU), invadiendo moderadamente el espacio que debe proveerse para estacionamiento de emergencia. En cambio, para los vehículos livianos (P). Este radio de giro resulta holgado.” (p.26).

2.2.14 Sobre elevación o peralte.

Sobre este parámetro, Crespo (op.cit) asegura que cuando un vehículo sigue la trayectoria de una tangente y pasa a la de una curva, al recorrer este aparece una fuerza centrífuga que origina dos situaciones de peligrosa inestabilidad para el vehículo, que son el peligro de

deslizamiento transversal, siendo que el primero ocurre cuando el coeficiente de rozamiento transversal no es suficiente para que el producto del peso del vehículo por dicho coeficiente sea mayor que la fuerza centrífuga, causando que el vehículo se deslice; mientras que el segundo, se presenta cuando la fuerza centrífuga supera el efecto del peso del cuerpo sobre la longitud entre el centro de gravedad del vehículo y el extremo del eje.

Para este autor, la fórmula más práctica para el cálculo del peralte en las curvas se presenta a continuación:

$$p \text{ (en \%)} = \frac{V^2}{2.26R}$$

La fórmula anterior, a juicio del autor ya citado permite generar curvas más cómodas y seguras, siempre bajo la recomendación de no modificar el perfil longitudinal del eje del camino, lo cual se logra haciendo descender el radio interior y subiendo el radio exterior, o en su defecto, conservando el perfil interior o el exterior, elección que queda de parte del proyectista en función de las condiciones topográficas del terreno, sus características y el tipo de lugar.

Por otra parte, cuando el vehículo circula por una curva y en el centro de su carril, al pasar por la transición, será efecto de un desnivel, el cual se puede determinar a través de la siguiente fórmula:

$$d = \frac{a \times p}{2}$$

Donde los términos d se corresponden al desnivel en metros, a es el ancho del carril en metros y p es el valor de la sobreelevación o peralte, en valor absoluto.

2.2.15 Tramos, cruces de vías.

El estudio de una red, especialmente cuando este estudio aborda una vía específica, debe considerar dos situaciones de naturaleza diferente, que son los cruces y las intersecciones de vías y tramos que se encuentran entre ellos. Lo anterior es consecuencia de la convergencia en el espacio de dos o más ejes de vías, situación que puede ocurrir en dos situaciones, una es que suceda a distintos niveles o planos, lo cual genera como consecuencia los cruces; y que ocurra a un mismo plano o nivel, originando las intersecciones.

Cuando se hace referencia a los cruces de vías es posible que en una primera instancia no haya transferencia de vehículos entre las vías que se cruzan, siendo esta situación la más sencilla, la cual considera entonces como único aspecto el gálibo o separación entre cada par de niveles consecutivos, la cual no debe ser inferior a los 5,00 metros más el espacio que ocupa la estructura de separación vial. La segunda instancia se presenta con el intercambio o transferencia de vehículos entre uno y otro nivel, para lo cual debe superarse el desnivel entre las vías por medio de una serie de rampas que estén destinadas y diseñadas para tal fin, con lo cual se puede reducir el problema al tratamiento de una intersección o un empalme. En la figura 3 se muestran los diversos tipos de cruces de vías (Ver figura 3).

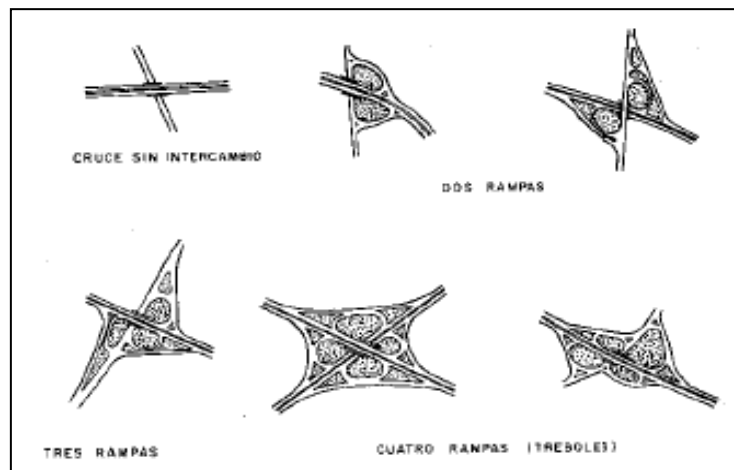


Figura 3. Diferentes tipos de cruces de vías.

Fuente: González (2016).

2.2.16 Usos del Asfalto.

Como el asfalto es un material muy impermeable, adherente y cohesivo, capaz de resistir altos esfuerzos instantáneos y fluir bajo la acción de cargas permanentes, presenta las propiedades ideales para la construcción de pavimentos cumpliendo las siguientes funciones:

- Impermeabilizar la estructura del pavimento, haciéndolo poco sensible a la humedad y eficaz contra la penetración del agua proveniente de la precipitación.
- Proporciona una íntima unión y cohesión entre agregados, capaz de resistir la acción mecánica de disgregación producida por las cargas de los vehículos. Igualmente mejora la capacidad portante de la estructura, permitiendo disminuir su capacidad.

c) También se puede utilizar para hacer techos.

2.2.17 Pavimento Flexible: Estructura formada por varias capas subbase, base y carpeta asfáltica.

2.2.18 Pavimentos Transitorios: Se consideran pavimentos transitorios a aquellas soluciones de pavimentación de corto plazo (1 a 3 años). No se espera que la estructura utilizada pueda ser reforzada o ser reutilizada al término de su vida útil.

2.2.19 Pavimentos para Bajo Volumen de Tránsito: El diseño de este tipo de pavimentos considera una estructura no transitoria, es decir considera una estructura de pavimento que soportará el tránsito de diseño y, que en la eventualidad de aumentar el volumen de tránsito, ésta puede ser reforzada sin modificar significativamente la estructura del pavimento existente.

2.2.20 Pavimentos para Caminos de Tránsito Pesado: Se considera dentro de esta categoría aquellos caminos cuyo porcentaje de vehículos pesados es mayor a 15-20% del flujo total.

2.2.21 Diseño de pavimento flexible (Procedimiento del Instituto del Asfalto, Revisión 1981). Procedimiento:

1. Se calcula el número de vehículos pesados y se marca en la línea "C" del ábaco Grafico de Análisis de tránsito (Ver figura 4).
2. Con el promedio de pesos brutos de los vehículos pesados. Se ubicara este valor en la línea "D".
3. Se procederá a unir los puntos marcados en las líneas "C" y "D" con una recta que se prolongara hasta cortar al eje auxiliar "B".
4. Luego se marcara en la línea "E" del mismo ábaco, el valor máximo de carga por eje sencillo para ese tipo de vía. (Ver figura 4).
5. Luego se unirá con una recta los puntos marcados sobre las líneas "B" y "E" y se prolongara hasta "A" leyendo el Número de Transito Inicial (NTI). Tránsito Pesado.
6. Luego se buscara en el cuadro 9 el valor de ajuste para el tráfico, de acuerdo al periodo estimado de diseño de la vía y el porcentaje de crecimiento anual.

7. Con el valor del CBR de la sub rasante (Terreno) y el valor ajustado del tránsito, empleando el ábaco de Determinación del Espesor del pavimento, (Ver figura 5) determinamos el espesor del pavimento para un periodo de diseño de 20 años.

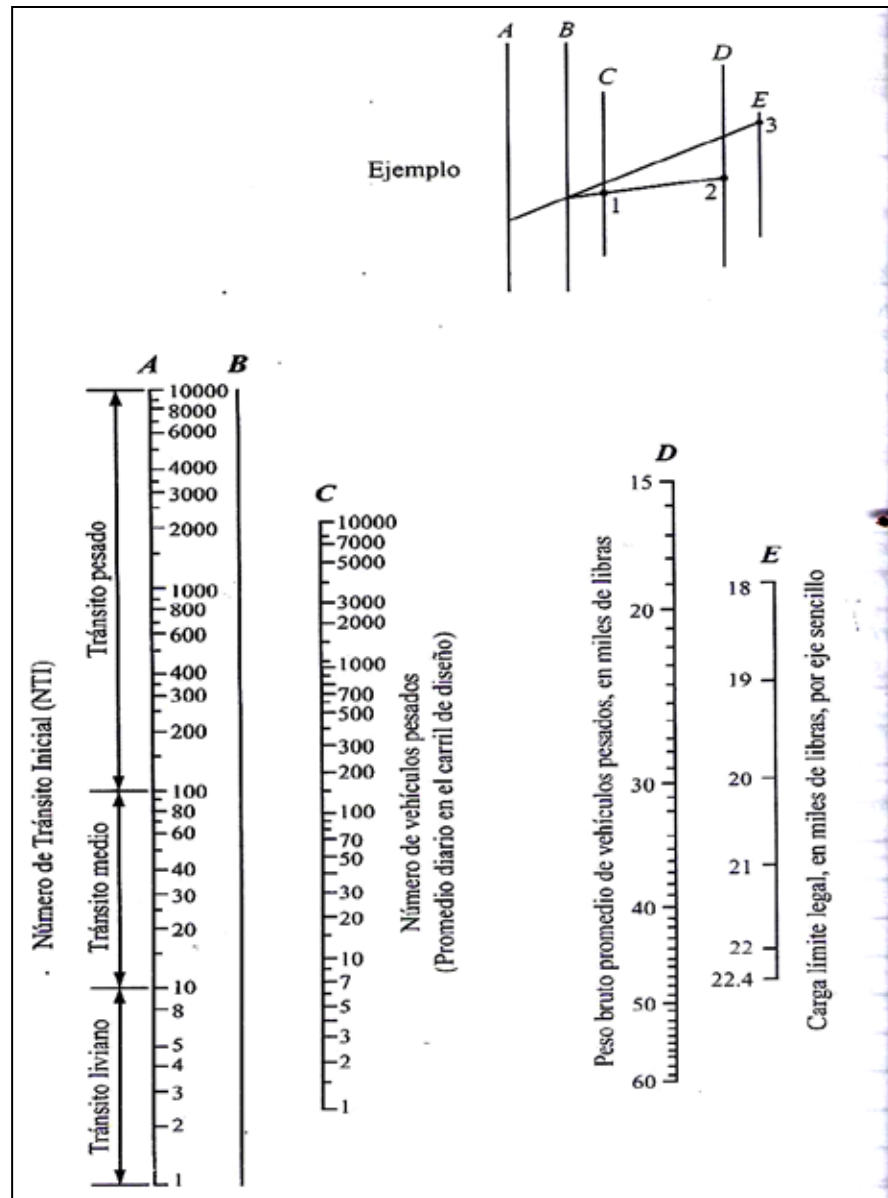


Figura 4. Abaco para Análisis del Tráfico.

Fuente: Crespo, Villalaz (Pag. 224).

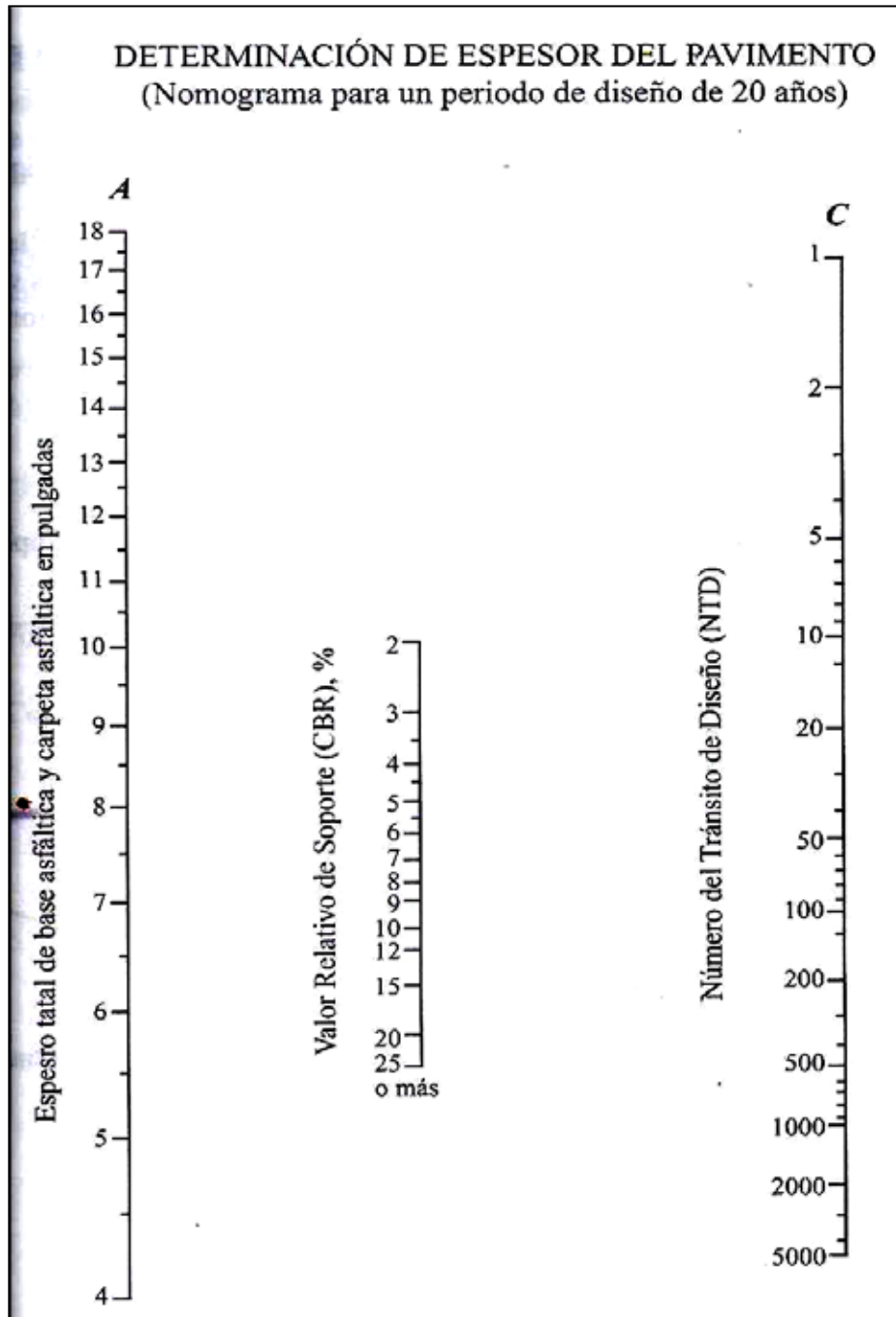


Figura 5. Abaco para Determinación del Espesor del Pavimento.

Fuente: Crespo, Villalaz (Pag. 225).

Cuadro 8. De porcentaje del Total de Vehículos en el Carril de Diseño.

Porcentaje del Total de Vehículos en el Carril de Diseño	
Números de carriles totales	Porcentaje de vehículos pesados en el carril de diseño
2	50
4	45 (35-48)*
6 o mas	40 25-48)*
Rango Probable	

Fuente: Crespo, Villalaz. (pag.223).

Cuadro 9. Factores de Ajuste al Número de Transito Inicial.

Factores de ajuste al Numero de Transito Inicial (NTI)					
Periodo de diseño en años (n)	Porcentaje de crecimiento Anual				
	2	4	6	8	10
1	0.05	0.05.	0.05	0.05	0.05
2	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
4	0.21	0.21	0.22	0.22	0.23
6	0.32	0.33	0.35	0.37	0.39
8	0.43	0.46	0.50	0.53	0.57
10	0.55	0.60	0.66	0.72	0.80
12	0.67	0.75	0.84	0.95	1.07
14	0.80	0.92	1.05	1.21	1.40
16	0.93	1.09	1.28	1.52	1.80
18	1.07	1.28	1.55	1.87	2.28
20	1.21	1.49	1.84	2.29	2.86
25	1.60	2.08	2.74	3.66	4.92
30	2.03	2.80	3.95	5.66	8.22

Fuente: Crespo, Villalaz. (pag.223).

2.2.22 Preparación de la sub-rasante.

Se perfila la sub-rasante con empleo de la motoniveladora dejando un perfil transversal bombeado y luego se compacta con rodillo pata de cabra o liso de acuerdo al tipo del suelo sub rasante, con peso estático no inferior a 5,5 toneladas. La compactación se efectúa a humedad óptima, procediéndose a regar de ser necesario, hasta alcanzar como mínimo el 95% de la densidad máxima determinada por el ensayo Proctor.

2.2.23 Acordonado del material.

El material a colocar debe ser transportado en camiones volteos de de 6 m³ de capacidad o más, depositándolo en volúmenes uniformes a lo largo del camino para poder obtener los espesores y anchos especificados. El material es extendido por medio de la motoniveladora, se le agrega material fino de ser necesario y se mezcla hasta obtener completa uniformidad en el cordón. El rendimiento de la motoniveladora en el trabajo de acordonado es de aproximadamente 0,3 km/hora, en revoltura 0,16 km/hora y en extendido 0,35 km/hora.

- **Compactación.**

El material a extender con base (ripio o granzón) se compacta en condiciones óptima empleando un rodillo liso vibratorio hasta lograr un 95% de la densidad máxima dada por el ensayo Proctor o hasta una densidad relativa mínima de 80%. Generalmente es necesario aplicar riego para lograr la humedad óptima del material. El rodillado se hace partiendo por los bordes y siguiendo hacia el centro de la calzada, traslapando las franjas un mínimo de 30 centímetros. La calzada terminada se entrega pareja con un perfil transversal bombeado de igual pendiente que la sub-base.

- **Capa de rodamiento.**

Esta capa deberá estar definida por el proyecto como pavimento flexible o rígido.

- **Riego de imprimación y riegos de adherencia en pavimentos asfálticos.**

- **Riego de imprimación.**

Se define como riego de imprimación, según el Artículo 530 del PG-3, la aplicación de un ligante hidrocarbonado sobre una capa granular, previa a la colocación sobre ésta de una capa o de un tratamiento bituminoso. La imprimación penetra o es mezclada en la superficie de la

base y cierra los huecos, endurece la superficie y colabora con la ligazón de la capa asfáltica a colocar encima. Este riego sirve para mejorar el agarre entre las capas granulares y las bituminosas, mejorando así la transmisión de cargas. Antes de efectuar este riego, hay que barrer enérgicamente la superficie de la superficie granular y regarla con agua, a fin de conseguir la máxima efectividad.

Ü **Riego de adherencia.**

Se define como riego de adherencia, según el Artículo 531 del PG-3, la aplicación de una emulsión bituminosa sobre una capa tratada con ligantes hidrocarbonados o conglomerantes hidráulicos, previa a la colocación sobre ésta de cualquier tipo de capa bituminosa que no sea un tratamiento superficial con gravilla o una lechada bituminosa. Este riego mejora la adherencia entre las capas bituminosas.

Ü **Distribuidor de asfalto.**

Los riegos de mezclas asfálticas y de imprimación son generalmente aplicado por medio de un distribuidor de asfalto, este consiste en un camión o semirremolque, sobre el que se monta un tanque aislado provisto de un sistema de calentamiento.

En el extremo final del tanque existe un sistema de barras de riego y boquillas a través del cual se riega el asfalto sobre la superficie del camino. La longitud de la barra puede ser de 3 a 8 m de la calzada.

Se fabrican distribuidores con capacidad de 3200 a 16000 lts.

Ü **Medición de la cantidad de asfalto.**

El asfalto usado en riego de imprimación y adherencia se paga usualmente por litros (galón), por lo que se debe medir el contenido del distribuidor antes y después de la operación de rociado. La diferencia de lectura entre la primera y la segunda indica la cantidad del material aplicado en la superficie a la carretera.

Ü **Señales de tránsito.**

Son signos usados en la vía pública para impartir la información necesaria a los usuarios que transitan por un camino o carretera, en especial los conductores de vehículos y peatones.

2.3 Definición de términos básicos.

Avenida: Se conoce como avenida a una vía importante de comunicación dentro de una ciudad o asentamiento urbano. Generalmente una avenida tiene dos sentidos circulantes, lo que diferencia la calle del sentido único. Las avenidas soportan mayor circulación de vehículos. Son vías urbanas principales que comunican diferentes distritos de la ciudad y en las cuales convergen las vías secundarias.

AutoCAD: Programa o software de diseño asistido por computadora en dos o tres dimensiones con el que se pueden realizar dibujos y planos de proyectos.

Capacidad de una vía: Es el volumen máximo que alcanza antes de congestionarse o antes de perder la velocidad estipulada en su diseño original.

Carretera: Adaptación de una faja sobre la superficie terrestre que llene las condiciones de ancho, alineamiento y pendiente para permitir el rodamiento adecuado de los vehículos para los cuales ha sido acondicionada.

Cota: Altura medida respecto al nivel de mar.

Diseño: Es la parte más importante dentro de un proyecto de construcción o mejoramiento de una vía, pues allí se determina su configuración tridimensional, es decir, la ubicación y la forma geométrica definida para los elementos de la carretera; de manera que ésta sea funcional, segura, cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente.

Distribuidores de tránsito: Son dispositivos que se adoptan en la intersección de vías en las cuales los volúmenes de tránsito son grandes y/o las velocidades de operación muy elevadas.

Google Earth: Es un programa informático que muestra un globo virtual que permite visualizar múltiple cartografía, con base en la fotografía satelital.

Hombrillo: Son canales contiguos o adyacentes a la calzada destinado al estacionamiento de vehículos en caso de emergencia.

Intersección Vial: Son aquellos elementos de la infraestructura vial y de transporte donde se cruzan dos o más caminos. Estas infraestructuras permiten a los usuarios el intercambio entre caminos. El cruce de caminos se puede dar con una intersección a nivel o con una intersección a desnivel.

Intersecciones a desnivel: Un tipo de solución que permite el cruce de dos o más carreteras o vías situadas a diferentes niveles.

Maniobras: Se denominan maniobras, aquellas operaciones mediante las cuales los vehículos divergen, convergen o se cruzan. No son recomendables las maniobras divergentes y convergentes múltiples, por lo que deben evitarse.

Proyecto de mejoramiento vial: Conjunto de modificaciones de la geometría y dimensiones originales de la vía con el fin de mejorar su nivel de servicio y adecuada a las condiciones requeridas por el tránsito actual y futuro.

Puntos de conflicto: Los puntos de conflicto son los que se producen cuando una corriente de tránsito se cruza con otra de sentido contrario, cuando convergen dos corrientes o cuando divergen dos corrientes. Los croquis a continuación ilustran los diferentes tipos de conflicto.

Tránsito: Es la acción de pasar de un lado a otro mediante vías o calles.

Rediseño: Se refiere a realizar un diseño dentro de un proyecto u obra ya existente.

Vehículo: Todo aparato montado sobre ruedas que permite el transporte de personas o mercancías de un punto a otro.

Velocidad: Representa la relación distancia-tiempo y es un factor que afecta en las decisiones del conductor. Se expresa en Km/h.

Velocidad de Diseño: Se define de factores como clase de terreno, características del tránsito, tipo de vía y disponibilidad de recursos económicos, principalmente, definiendo a su vez elementos como el radio de curvatura mínimo, el peralte máximo, la pendiente máxima, distancias de visibilidad y la sección transversal, entre otros.

Vía: Es una infraestructura de transporte cuya finalidad es permitir la circulación de vehículos en condiciones de continuidad en el espacio y el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y de comodidad. Puede estar constituida por una o varias calzadas, uno o varios sentidos de circulación, o uno o varios carriles en cada sentido, de acuerdo con las exigencias de la demanda de tránsito y la clasificación de la misma.

Vida Útil: Es el periodo durante el cual se espera utilizar un activo. En el caso de una vialidad se puede entender como el periodo de tiempo que esta esté en capacidad de prestar un servicio óptimo y aprovechable.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Este capítulo denominado marco metodológico se toma como la columna vertebral de la investigación, que a decir de Sabino (1992) abarca la secuencia de pasos y eventos necesarios para lograr los objetivos tanto general como específicos propuestos al inicio de la investigación, igualmente en esta etapa el investigador refiere con claridad las herramientas que ha considerado necesarias, adecuadas y oportunas para dar una solución concreta al problema y describir de forma concreta la manera en que el autor dará continuidad a la investigación luego de haber formulado los postulados teóricos que la sustentan.

3.1. Tipo de Investigación.

La siguiente investigación fue establecida por poseer los aspectos que caracterizan a un proyecto factible, según el manual de la UPEL en la cual estipula que un proyecto factible se basa en aquel o aquellos estudios "Que consisten 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".

3.2. Nivel de Investigación.

El nivel de investigación es de naturaleza descriptiva puesto a que la misma explica cada uno de los procesos que se ejecutaran para la realización del diseño y replanteamiento de la zona en estudio. Según Tamayo y Tamayo (1991) "Comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, composición o procesos de los fenómenos". De tal manera que la presente propuesta beneficiara de manera contundente a los habitantes de la zona, dando continuidad y enlace a la avenida La Mariposa y a la avenida Rafael Urdaneta del Municipio Miguel Peña.

3.3. Diseño de Investigación.

Según Arias (2006) El diseño de investigación "Es aquel que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos".

El diseño de investigación es el plan y a la estructura de un estudio. Es el plan y estructura de una investigación concebidas para obtener respuestas a las preguntas de un estudio. El

diseño de investigación señala la forma de conceptualizar un problema de investigación y la manera de colocarlo dentro de una estructura que sea guía para la experimentación (en el caso de los diseños experimentales) y de recopilación y análisis de datos.

3.4. Población y Muestra.

Población.

En la siguiente investigación, la población o sea los usuarios que circularan por la carretera La Mariposa está delimitada por el número de vehículos que utilicen la misma como vía de paso para llegar a un siguiente destino, teniendo esta una longitud de 3,36 km aproximadamente entre la avenida Rafael Urdaneta y avenida La Mariposa del Municipio Miguel Peña del Estado Carabobo.

Según Tamayo y Tamayo, (1997), “La población se define como la totalidad del fenómeno a estudiar donde las unidades de población posee una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación”, esto se refiere a que son todas las partes que están contempladas en el área total de estudio. La población de la investigación estará compuesta por los usuarios que circulan el Municipio Valencia.

Muestra.

Enfocándose en ‘Muestra’, Sabino (1992), define el termino como la “Parte del todo que llamamos universo y que sirve para representarlo”. El establece diferentes definiciones variantes de acuerdo al tipo de estudio que se esté efectuando. Hablando en términos de estudios cuantitativos, se destaca como un “Subgrupo de la población del cual se recolectan los datos y debe ser representativo de dicha población”. Para las investigaciones cualitativas, simplemente son la “Unidad de análisis o conjunto de personas, contextos, eventos o sucesos sobre el (la) cual se recolectan los datos sin que necesariamente sean representativo (a) del universo”. El termino está definido como la población que representa un área destacada; el fin de este ejemplar es que al momento de desarrollar un estudio con la misma se puedan obtener resultados análogos a los realizados estudiando una población total, esto se elabora con este método pues con ello se pueden disminuir factores de estudio en el problema. La muestra se encuentra comprendida por vehículos y peatones que se ven en la necesidad de desplazarse en

la carretera La Mariposa desde la Avenida La Mariposa del Municipio Miguel Peña del Estado Carabobo.

3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.

La notoriedad de un estudio de investigación se debe a la precisión de la obtención de la información, además de esto un factor que diferencia un buen estudio de otro es la manera en la que se interpreta la misma y como se utiliza para concebir los procesos, de igual manera son de importancia las herramientas que serán usados para extraer la data. Arias (1999), manifiesta que “Las técnicas de recolección de datos son las distintas formas de obtener información”. La manera en la que se extraerán los datos para la ejecución de este proyecto será mediante la: Observación directa, registro y formalización de la observación. Según Arias (2006) define la Observación como “Una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos preestablecidos”. De esta manera este principio será empleado para comprender de manera óptica cual será el desenvolvimiento y efectividad que se aportara en el área de estudio.

3.6. Fases Metodológicas.

Fase I: Diagnostico de la situación actual de la vialidad La Mariposa en el Municipio Miguel Peña, Valencia del Estado Carabobo.

Para el desarrollo de esta fase el investigador debe usar técnicas de investigación que le permitan, de manera directa e inmediata, lograr obtener una percepción de la situación actual del Sector La Mariposa del Municipio Miguel Peña, a tales efectos se emplea la técnica de la observación directa; la cual, a decir de Arias (1999), consiste “En visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación pre-establecidos”. (p.67) producto de lo cual se logra identificar la realidad al momento de la práctica de la observación sobre las condiciones actuales de la carretera La Mariposa, en comunicación directa con la comunidad afectada mediante la recolección de testimonios de la población del sector.

Fase II: Recolectar la información de las medidas necesarias en el tramo de carretera en estudio, ancho y longitud, tipos de vehículos que la utilizan y su funcionalidad con el fin de generar una propuesta eficiente.

En esta segunda fase, el investigador procede a la determinación, en función de los parámetros de diseño basados en la capacidad y los elementos de trazado geométrico en planta, perfil y sección transversal, a la realización de los cálculos y estimaciones con la finalidad de determinar los valores de diseño que permitan subsanar las deficiencias en términos de los resultados de la fase anterior.

Mediante la observación se podrá apreciar las problemáticas que presenta la carretera La Mariposa desde la Coordenadas UTM (604953.86E, 1116262.47N) hasta la longitud aproximada de 3,36 km y en su punto final de Coordenadas (603803.35E, 1118271.58N), a su vez definir el tipo de tránsito pesado que circula a diario por esta vía, el uso y función de la misma.

Fase III: Elaboración de una propuesta para el cálculo del pavimento, materiales y maquinarias a usar para la elaboración de la vialidad.

En esta última fase, se presenta la propuesta definitiva del pavimento a diseñar, con la información recolectada se realiza el cálculo del espesor de la subbase, base y carpeta de rodamiento ideales para la vialidad y tramo en estudio.

El Método a utilizar para el diseño del pavimento flexible se corresponde con la metodología del Instituto del Asfalto (Revisión 1981), aquí expuestas en la bases teóricas. Verificando y apegándose a los lineamientos acerca de la elaboración de carreteras y drenajes que se encuentran dentro de las respectivas normas COVENIN INVEAS (Revisión Dic.2004).

Además se dejara asentado el procedimiento constructivo idóneo el cual se dividirá en tres fases comprendida de la siguiente manera:

1. **Replanteo:** Esta actividad consiste en demarcar por medio de un nivel las pendientes y secciones proporcionadas por el proyecto, a fin de dar cumplimiento con lo establecido en las normas tanto de carretera como de los drenajes hidráulicos que van longitudinalmente a lo largo de la vía.

2. **Relleno y Compactación:** Esta fase dejara especificado el tipo de material a usar como relleno de subbase y base, y proceso de compactación.
3. **Capa de rodamiento:** Acá se dará el tipo de asfalto a usar el procedimiento para su colocación y expansión.

CAPÍTULO IV

RECURSOS

4.1 Recursos Humanos.

Las personas encargadas de prestar colaboración para el desarrollo del presente trabajo especial de grado son:

Ingeniero Mecánico, Alicia de Pizzela (Tutor Metodológico)

Ingeniero Civil, Marisabel Gil de León (Tutor Académico)

4.2 Recursos Institucionales.

Para las investigaciones pertinentes ha dicho estudio, la Universidad José Antonio Páez, Universidad de Carabobo y Fundación CID UC, han facilitado su centro de investigación física y virtual, con la finalidad de tener acceso al material necesario y lograr obtener los datos y recursos precisos para la realización de este trabajo de grado como también el Ministerio del Poder Popular para Transporte y Obras Públicas para solicitar el suministro de planos.

4.3 Recursos Materiales.

Los materiales usados para la elaboración de este trabajo se describen a continuación: Computador, impresora, pendrive, herramientas como Internet, guías y programas técnicos de geometría y calculo, planos, Gacetas oficiales, papel bond, fichas, carpetas, lapiceros, lápices, borrador, Calculadora entre otros.

4.4 Tiempo.

El tiempo para lograr los distintos objetivos del presente trabajo de grado se indican en el cuadro 10. Cronograma de Actividades.

Cuadro 10. Cronograma de Actividades.

Actividades	Tiempo										Total en meses	
	jul- 17	ago- 17	sep- 17	sep- 17	nov- 17	dic- 17	ene- 18	feb- 18	mar- 18	abr- 18		
Determinar el estado actual de la vialidad del sector La Mariposa, municipio Miguel Peña, estado Carabobo.	X											1
Diseñar el pavimento del proyecto, definiendo el espesor más adecuado para las capas de rasante, base y subbase según las cargas de servicio.		X	X	X								3
Realizar una sección transversal acorde con el servicio vehicular que prestara la vía.					X	X	X					3
Graficar el perfil vertical longitudinal definitivo del proyecto.								X	X	X		3
Total												10

Fuente: Márquez (2017)

CAPÍTULO V

RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos para cada fase planteada en el proyecto de estudio, dando a conocer los procedimientos y lineamientos a seguir para la elaboración de la vialidad propuesta.

5.1 Evaluar la situación actual de la vialidad La Mariposa en el Municipio Miguel Peña, Valencia del Estado Carabobo, debido a la falta de una comunicación vial eficiente.

Mediante la comunicación directa con los habitantes de la comunidad, se pudo conocer que la zona en estudio se encuentran en un proceso de desarrollo constante impulsado por la producción agrícola de diferentes rubros, entre ellos podemos mencionar frutas, verduras, hortalizas entre otros; así como la extracción de madera en algunos sectores de la misma zona.

Los productores se ven afectados de manera directa, por la falta de una vialidad donde puedan transitar vehículos de mayor tamaño y con la capacidad suficiente de carga que permita el traslado de dichos rubros hacia los centros más poblados del municipio.

Otras de las limitaciones presentadas por los pobladores es referente a la circulación de las aguas provenientes de las precipitaciones, las cuales por no tener dirección de un cauce a seguir, recorren por los bordes y el centro de la carretera de tierra, trayendo como consecuencia en ocasiones deslizamientos de los bordes e inundaciones dentro de las parcelas y con esto la pérdida de la siembra.

5.2 Recolectar la información de las medidas necesarias en el tramo de carretera en estudio, ancho y longitud, tipos de vehículos que la utilizan y su funcionalidad con el fin de generar una propuesta eficiente.

Mediante la observación de la vialidad existente, se obtuvo las siguientes medidas de la carretera, tomando como tramo a solucionar la longitud tramo de $L=3,36$ km, punto inicial de coordenadas (604953.86E, 1116262.47N) hasta el kilómetro 3,36 con punto final de coordenadas (603803.35E, 1118271.58N), carretera vía La Mariposa, Municipio Miguel Peña, Edo. Carabobo, Venezuela, teniendo un ancho actual irregular de 7,00 metros, con pendientes muy poco pronunciadas a lo largo de su trayecto.

Además, dicha vialidad existente posee un relleno de material granular de suelo ligado con granzón anteriormente compactado, inmerso en una zona semi-boscosa, pero que debido al uso y a la esorrentía de las agua pluviales, dicho material se ha ido disgregando progresivamente con el paso del tiempo, obligando con esto, a que el terreno deba ser preparado nuevamente para la colocación de la capa asfáltica.

A continuación se muestran tomas fotográficas que demuestran la zona rural donde se plantea la problemática a resolver (ver figuras 6 y7).



Figura 6. Tramo Carretera La Mariposa.



Figura 7. Tramo Carretera La Mariposa.

En la actualidad debido a las limitaciones de la vialidad solo circulan vehículos de menor tamaño y peso, que son los que transportan la cosechas de la zona, entre estos vehículos se tienen los siguientes: camión 350 (figura 8), camión NPR (figura 9) y pick up (figura 10).



Figura 8. Camión 350.

Fuente: Google imágenes 2017.



Figura 9. Camión NPR.

Fuente: Google imágenes 2017.



Figura 10. Pick Up.

Fuente: Google imágenes 2017.

5.2.1 Análisis del tránsito.

En Venezuela para el dimensionamiento de un pavimento es necesario determinar los efectos que las cargas de estos vehículos causarán sobre el pavimento, por lo cual se debe conocer el número y tipo de vehículos que circularán por una vía, así como la intensidad de la carga y la configuración del eje que la aplica.

Para poder aplicar la metodología de diseño de pavimentos flexibles propuesta es necesario tener un estudio del tránsito vehicular que hace uso frecuente de la vialidad en estudio. El

mismo consiste en un conteo vehicular durante 7 días consecutivos, en horarios picos determinados, de 6 a.m. a 7:30 a.m. y de 3 p.m. a 4:30 p.m. Los resultados obtenidos están presentes en los siguientes cuadros: desde el cuadro 11 hasta la cuadro 20.

Cuadro 11. Transito carros livianos – particulares, Carretera La Mariposa. Sentido norte- sur.

VEHICULOS	CARRETERA LA MARIPOSA							
	Sentido Norte- Sur							
	Carros livianos - particulares							
	Mañana				Tarde			
	06:00	06:30	07:00	07:30	03:00	03:30	04:00	04:30
1	1	1	0	1	0	0	2	1
2	2	1	0	0	1	0	1	0
3	1	0	1	1	0	2	1	1
4	0	2	1	1	0	1	0	0
5	0	1	2	0	1	2	0	1
6	1	0	0	1	2	1	1	1
7	0	1	0	2	2	0	1	1
TOTAL	5	6	4	6	6	6	6	5

Fuente: Márquez, Anfrancis.

Cuadro 12. Transito carros livianos – particulares, Carretera La Mariposa. Sentido sur - norte.

VEHICULOS	CARRETERA LA MARIPOSA							
	Sentido Sur - Norte							
	Carros livianos - particulares							
	Mañana				Tarde			
	06:00	06:30	07:00	07:30	03:00	03:30	04:00	04:30
1	2	1	1	1	1	0	1	1
2	0	1	1	1	0	0	1	2
3	1	1	0	1	0	2	1	0
4	1	1	1	0	0	1	1	1
5	0	0	1	2	1	2	0	1
6	0	1	1	0	0	1	1	0
7	1	0	1	1	1	0	0	0
TOTAL	5	5	6	6	3	6	5	5

Fuente: Márquez, Anfrancis.

Cuadro 13. Transito camiones 350 y/o NPR, Carretera La Mariposa. Sentido norte- sur.

VEHICULOS	CARRETERA LA MARIPOSA							
	Sentido Norte- Sur							
	Camiones 350 y/o NPR							
	Mañana				Tarde			
	06:00	06:30	07:00	07:30	03:00	03:30	04:00	04:30
1	3	1	2	2	1	2	1	1
2	1	2	1	1	2	1	1	2
3	1	3	1	2	1	1	2	2
4	1	1	2	3	2	1	1	1
5	2	1	1	1	1	2	2	1
6	2	2	1	1	2	1	2	3
7	0	1	2	1	1	1	2	2
TOTAL	10	11	10	11	10	9	11	12

Fuente: Márquez, Anfrancis.

Cuadro 14. Transito camiones 350 y/o NPR, Carretera La Mariposa. Sentido sur- norte.

VEHICULOS	CARRETERA LA MARIPOSA							
	Sentido Sur- Norte							
	Camiones 350 y/o NPR							
	Mañana				Tarde			
	06:00	06:30	07:00	07:30	03:00	03:30	04:00	04:30
1	1	3	2	1	2	1	1	2
2	2	1	1	4	2	2	1	1
3	3	1	3	1	0	2	2	2
4	1	2	2	1	2	3	1	1
5	2	1	2	2	1	1	3	1
6	2	1	1	2	1	3	2	1
7	1	2	1	0	2	1	2	0
TOTAL	12	11	12	11	10	13	12	8

Fuente: Márquez, Anfrancis.

Cuadro 15. Transito maquinaria agrícola, Carretera La Mariposa. Sentido norte- sur.

VEHICULOS	CARRETERA LA MARIPOSA							
	Sentido Norte- Sur							
	Maquinaria Agrícola							
	Mañana				Tarde			
	06:00	06:30	07:00	07:30	03:00	03:30	04:00	04:30
1	1	1	2	1	2	1	1	1
2	1	2	3	1	1	2	2	1
3	3	1	1	2	1	1	1	1
4	1	1	2	1	2	2	1	2
5	2	1	1	2	1	2	1	1
6	2	1	1	1	2	1	2	1
7	0	1	1	1	1	2	1	1
TOTAL	10	8	11	9	10	11	9	8

Fuente: Márquez, Anfrancis.

Cuadro 16. Transito maquinaria agrícola, Carretera La Mariposa. Sentido sur - norte.

VEHICULOS	CARRETERA LA MARIPOSA							
	Sentido Sur - Norte							
	Maquinaria Agrícola							
	Mañana				Tarde			
	06:00	06:30	07:00	07:30	03:00	03:30	04:00	04:30
1	1	2	1	3	1	2	2	1
2	1	1	3	1	2	1	1	1
3	1	4	2	1	1	2	2	2
4	2	1	1	1	2	2	1	1
5	3	2	1	1	1	1	2	2
6	1	1	1	1	2	1	1	1
7	1	0	2	1	0	2	1	0
TOTAL	10	11	11	9	9	11	10	8

Fuente: Márquez, Anfrancis.

Cuadro 17. Transito camiones de 2 ejes, Carretera La Mariposa. Sentido norte- sur.

VEHICULOS	CARRETERA LA MARIPOSA							
	Sentido Norte- Sur							
	Camiones de 2 Ejes							
	Mañana				Tarde			
	06:00	06:30	07:00	07:30	03:00	03:30	04:00	04:30
1	1	1	1	2	0	1	1	2
2	3	1	2	1	1	2	0	1
3	2	1	2	1	2	1	1	0
4	2	1	1	3	2	1	2	1
5	1	3	2	1	1	2	1	2
6	1	2	1	1	2	1	1	1
7	0	2	1	0	1	1	0	1
TOTAL	10	11	9	9	9	9	6	8

Fuente: Márquez, Anfrancis.

Cuadro 18. Transito camiones de 2 ejes, Carretera La Mariposa. Sentido sur - norte.

VEHICULOS	CARRETERA LA MARIPOSA							
	Sentido Sur - Norte							
	Camiones de 2 Ejes							
	Mañana				Tarde			
	06:00	06:30	07:00	07:30	03:00	03:30	04:00	04:30
1	2	1	1	1	2	1	1	1
2	1	2	1	2	3	1	0	1
3	1	2	2	1	1	1	1	1
4	2	1	1	2	1	1	3	1
5	2	1	1	2	1	2	1	3
6	0	1	1	2	1	1	2	1
7	1	1	0	1	2	0	1	1
TOTAL	9	9	7	11	11	7	9	9

Fuente: Márquez, Anfrancis.

Cuadro 19. Transito camiones de 3 ejes, Carretera La Mariposa. Sentido norte- sur.

VEHICULOS	CARRETERA LA MARIPOSA							
	Sentido Norte- Sur							
	Camiones de 3 Ejes							
	Mañana				Tarde			
	06:00	06:30	07:00	07:30	03:00	03:30	04:00	04:30
1	0	1	1	0	1	1	0	1
2	1	1	0	2	1	1	1	0
3	1	0	1	1	1	1	0	0
4	2	0	1	0	1	1	1	1
5	0	1	2	0	0	0	2	0
6	0	0	1	1	1	0	1	0
7	1	0	0	1	0	1	0	1
TOTAL	5	3	6	5	5	5	5	3

Fuente: Márquez, Anfrancis.

Cuadro 20. Transito camiones de 3 ejes, Carretera La Mariposa. Sentido sur - norte.

VEHICULOS	CARRETERA LA MARIPOSA							
	Sentido Sur - Norte							
	Camiones de 3 Ejes							
	Mañana				Tarde			
	06:00	06:30	07:00	07:30	03:00	03:30	04:00	04:30
1	1	1	0	1	0	1	0	0
2	0	1	1	0	1	1	0	1
3	1	1	1	2	1	0	0	1
4	1	0	1	1	0	1	1	0
5	1	0	1	0	2	1	0	1
6	0	1	0	1	1	0	1	1
7	0	0	1	1	0	0	1	0
TOTAL	4	4	5	6	5	4	3	4

Fuente: Márquez, Anfrancis.

Mediante la observación del tránsito diario realizado en el sector se obtuvo las siguientes cantidades resultante del estudio del tránsito:

Cuadro 21. Total de vehículos promedio diario.

Promedio de transito	Cantidad N° (TPVD)
Particulares (livianos y pickup)	12
Camiones 350 y/ o NPR	25
Maquinarias agrícolas	22
Camiones de 2 ejes	20
Camiones de 3 ejes	10
Total	89

Fuente: Márquez, Anfrancis. (Oct 2017).

Tomando en cuenta la normativa COVENIN 614-1997, donde su objetivo es presentar la determinación de los parámetros de tránsito que se requieren para el diseño estructural de los pavimentos en carreteras y autopistas interurbanas, ya que en cualquier país los bienes de producción y consumo se transportan básicamente por carretera. Por lo tanto esta norma establece la siguiente reglamentación en cuanto a cargas máximas:

- ü 6.000 kg. en eje simple de 2 cauchos.
- ü 13.000 kg para ejes simples de (4) cauchos.
- ü 20.000 kg para combinación de dos con (4) cauchos c.u (tipo tándem).
- ü 27.000 kg en tres ejes simples consecutivos de 4 cauchos cada uno.

5.2.2 Calculo de porcentaje de Vehículos pesados.

Del conteo del tránsito diario tenemos que un total de ochenta y nueve (89) vehículos como promedio diario son los que frecuentan la vía en estudio, partiendo de estos datos se calcula el porcentaje de vehículos pesados para el posterior diseño del pavimento flexible.

Cuadro 22: Porcentaje de Vehículos Pesados.

Tipo de Vehículo Pesado	N° de Vehículos Pesados	% de Vehículos Pesados
2 Ejes	20	22,47%
3 Ejes	10	11,24%
Totales	30	33,71%

Fuente: Márquez, Anfrancis. (Oct 2017).

5.3 Elaboración de una propuesta para el cálculo del pavimento, materiales y maquinarias a usar para la elaboración de la vialidad.

5.3.1 Diseño del pavimento flexible por el procedimiento del Instituto del Asfalto (Revisión 1981).

El buen funcionamiento de la infraestructura vial va generado por el cálculo y diseño del pavimento. Partiendo con los datos del conteo vehicular y el porcentaje de vehículos pesados, se diseña el pavimento con un crecimiento esperado del 4% anual, límite legal de carga por eje sencillo de 18.000 lbs (8.100 kg). Siendo la vía una carretera federal, por medio de la siguiente (cuadro 23) tenemos que el promedio del peso bruto del tránsito pesado esperado varía de 35.000 a 45.000 lb.

Cuadro 23: Rangos de promedios de pesos brutos.

Rangos estimados en porcentajes de vehículos pesados y promedios de pesos brutos que podrían emplearse.		
Descripción de la calle o carretera.	Porcentaje de tránsito pesado.	Promedio de pesos brutos (1.000 lbs).
Calles de ciudades	5 o menos	15-25
Carreteras urbanas		
Área metropolitana	5-15	20-30
Interestatales	5-10	35-45
Caminos rurales locales	10-15	15-25
Carreteras interurbanas		
Estatales	5-20	30-40
Federales	10-25	35-45

Fuente: Crespo, Villalaz. (Pag.222).

El porcentaje de vehículos pesados inicial es del 22,45% del volumen total del tránsito inicial en la vía y el tránsito pesado en el carril de diseño se estima sea del 50% según la (Cuadro 8).

· **Procedimiento del diseño de Pavimento flexible:**

- a) Transito Inicial Promedio diaria anual (TDP) = 89 Vehículos.
- b) Porcentaje de vehículos pesados = 22,45%.
- c) Porcentaje de vehículos pesados en el carril de diseño = 50% (para 2 carriles).
- d) El número de vehículos pesados en el carril de diseño será:

$$89,00 \frac{22,45}{100} \frac{50}{100} = 9,99 \quad 10 \text{ Vehículos}$$

- ü Este valor se marca en la línea “C” del nomograma de “Análisis de Transito” (figura 11, siguiente).
- ü Como el promedio de pesos brutos de vehículos pesados es de 40, se marca este valor en el eje “D” del nomograma de “Análisis de Transito”.
- e) Se unen los puntos marcados en “C” y en “D” con una recta y se prolonga hasta encontrar a la línea auxiliar “B”.
- f) Marcar sobre la línea “E” del nomograma “Análisis de Transito” el valor de Carga Legal por eje sencillo (18.000 lb = 8.100 kg).
- g) Unir con una recta los puntos marcados sobre las líneas “B” y “E” y prolongarla hasta la línea “A”.
- h) Leer en la línea “A” el número de transito Inicial. Tránsito pesado según el ábaco siguiente es igual a 6 vehículos.
- i) Como el periodo de diseño es de 20 años y la razón de crecimiento del tránsito es del 4%, en la (Cuadro 9) que se obtiene un factor de ajuste inicial de 1,49 por lo que el Número de Transito Diaria (NTD) para 20 años será de:

$$N.T.D = 6 \cdot 1,49 = 8,94 \quad 9 \text{ Vehículos}$$

- j) Si el valor del CBR del suelo es de 6% y 8% (datos tomados de estudios de suelos de la empresa Ingeroca); empleando el ábaco para diseño de espesores (Base asfáltica y carpeta asfáltica) se obtiene, para “Tránsito pesado” un espesor de 5,6 pulg.

$$Espesor_{Pav.Flex.} = 5,6 \text{ pulg.} \cdot \frac{2,54 \text{ cms}}{1 \text{ pulg}} = 14,22 \text{ cms} \quad 15 \text{ cms}$$

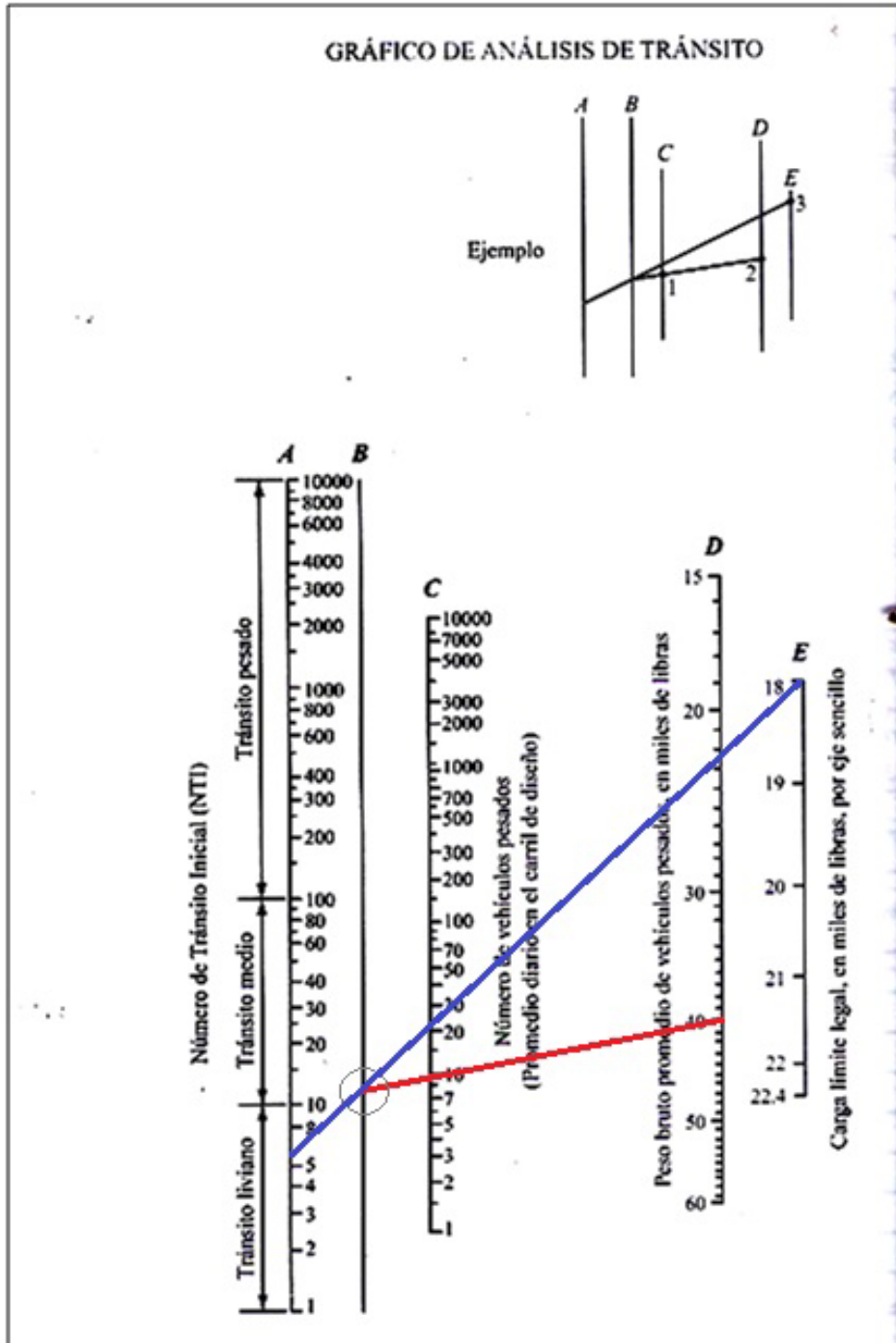


Figura 11: Análisis de Transito.

DETERMINACIÓN DE ESPESOR DEL PAVIMENTO
(Nomograma para un periodo de diseño de 20 años)

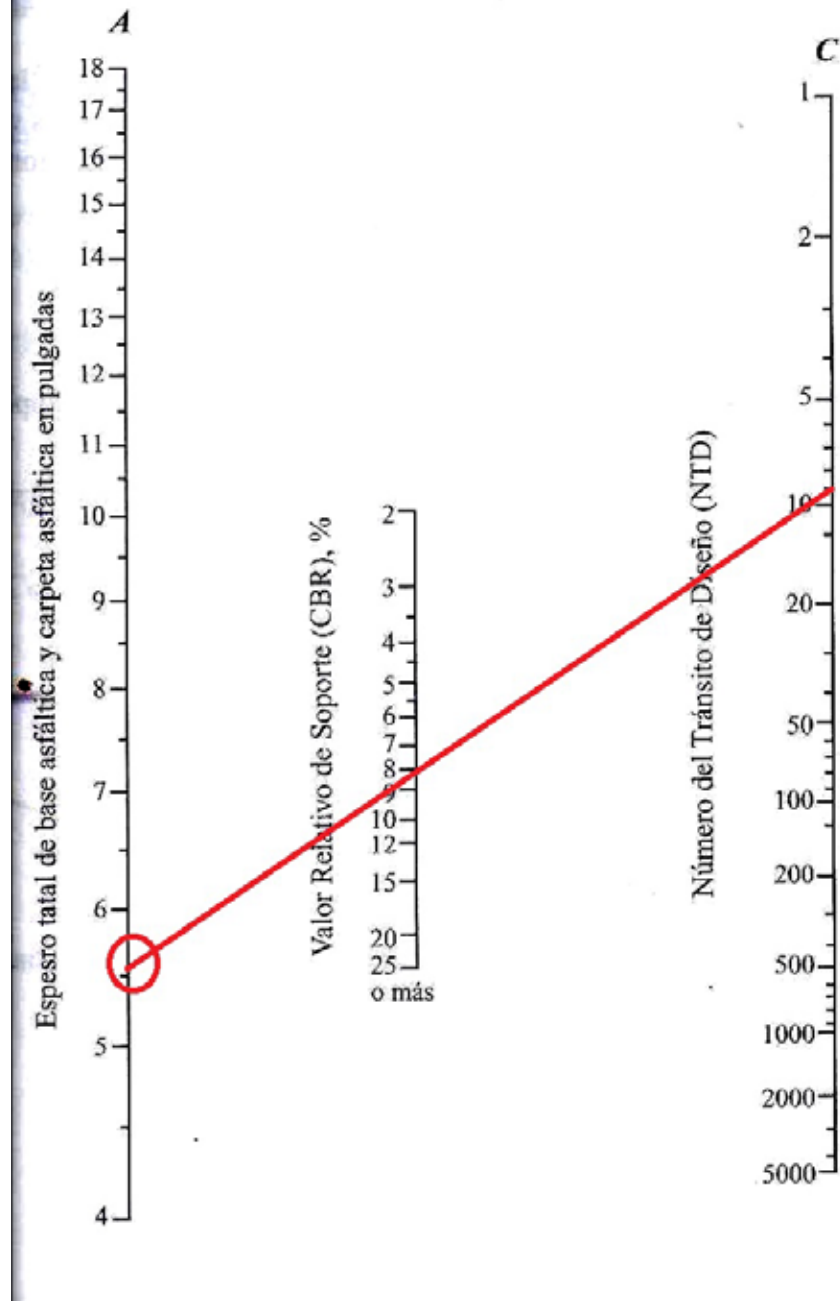


Figura 12: Espesor del Pavimento.

- k) Por norma se usa un espesor de carpeta asfáltica de seis (6) cms, por lo tanto el espesor de la base sería de:

$$\text{Espesor}_{\text{Base}} = 15\text{cms} - 6\text{cms} = 9\text{cms}$$

- l) Se propone usar una base de material granular triturado, por lo tanto el espesor resultante debe ser afectado por (1,25 para material triturado y por 1,50 para material sin triturar).

$$\text{Espesor}_{\text{Base Granular}} = 9,00\text{ cms} \cdot 1,25 = 11,25\text{ cms} \quad 11,50\text{ cms}$$

- m) El pavimento flexible, empleando material triturado en la base podrá ser de:

$$\text{Carpeta}_{\text{asf}} = 6,00\text{cms}$$

$$\text{Base}_{\text{gran.}} = 11,50\text{ cms}$$

$$\text{Espesor}_{\text{total}} = 17,50\text{ cms}$$

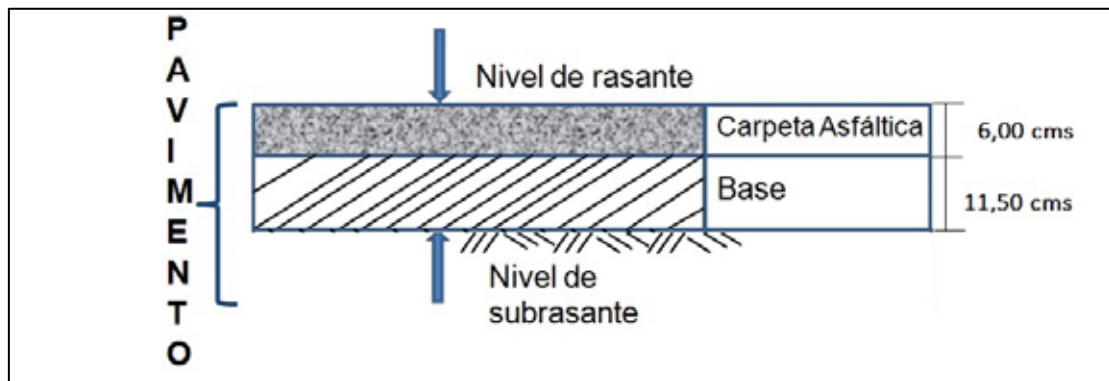


Figura 13: Estructura definitiva del Pavimento Flexible.

Fuente: Márquez, Anfrancis; 2017.

5.3.2 Proceso de construcción de la carretera.

- **Replanteo:** Se demarcara por medio de un nivel las pendientes proporcionadas por el proyecto de diseño geométrico a fin de dar cumplimiento con lo establecido en la Norma Venezolana Carreteras, Calles y Vías Urbanas (Anteproyecto NVF 2000-1 aprobado en el 2010 en su sección 2-6), tanto la carrera como las cunetas que van longitudinalmente en la vía.

· **Relleno y Compactación:** La obra se iniciara con un movimiento de tierra o preparación del sitio con maquinaria pesada (retroexcavadora Figura14), en donde se debe extraer la cantidad de terreno necesarias que permita conformar las capas base y de rodamiento según el diseño del pavimento calculado.

La base se debe construir con granzón natural triturado procedente de un saque cercano a la obra y que garantice la calidad del mismo, luego se extenderá con el equipo retroexcavador y se compactara con un vibro compactador de rodillo (Figura 15) hasta lograr el 95% de la densidad máxima seca.

Por último se usara un Patrol (Figura 16) conformando el terreno a fin de garantizar la rasante de la vía y su respectivo bombeo y que además servirá de base para la carpeta asfáltica y/o de rodamiento.



Figura 14: Equipo pesado (Retroexcavadora).

Fuente: Google imágenes 2017.



Figura 15: Equipo pesado (Vibro compactadora).

Fuente: Google imágenes 2017.



Figura 16: Equipo pesado (Patrol).

Fuente: Google imágenes 2017.

· **Capa de rodamiento:** Concluida la fase de relleno y compactación de la base granular con granzón triturado se procederá a construir y a colocar la carpeta de rodamiento con mezcla asfáltica tipo III o IV, con un espesor de 6 cms, a la cual previamente se le hará un riego de imprimación con material asfáltico tipo Rc-250, la colocación de dicha mezcla se descargará con una maquina extendedora (Finisher, ver Figura 17), la cual va formando una franja de mezcla asfáltica y que posteriormente será compactada con un equipo vibrador de acero y luego con compactadora neumática de rueda tipo Tampo para lograr el sellado final.

La temperatura óptima para la colocación y compactación en el campo debe estar entre 123°C y 137°C.

La temperatura mínima permitida para que una mezcla pueda ser descargada en la máquina extendedora (Finisher) es de 105°C, de acuerdo a publicaciones técnicas del Instituto del Asfalto Americano y de otros organismos de investigación. La Norma INVEAS ha recomendado tomar esta temperatura como valor mínimo para aceptar que una mezcla pueda ser descargada desde los camiones. Evidentemente, una mezcla a esta temperatura deberá ser compactada muy rápidamente para poder lograr las densidades deseadas en obra.

La temperatura de manufacturación de la mezcla asfáltica en la planta debe estar entre 148° C y 160° C. Ver figura 17 anexa para el control de pérdida de temperatura de la mezcla asfáltica con el tiempo.

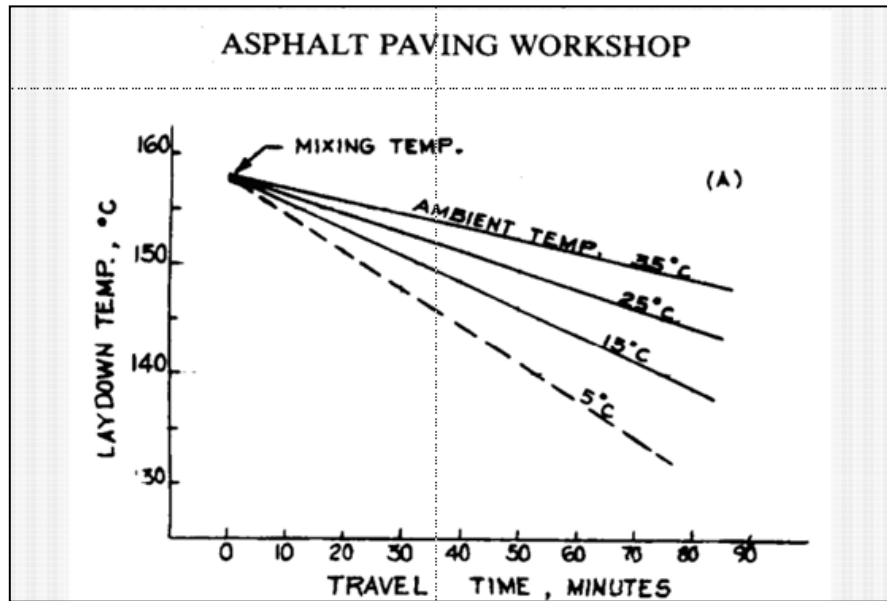


Figura17. Grafica de pérdida de temperatura en la colocación de la mezcla asfáltica con el tiempo (158°C=316°F).



Figura 18: Equipo pesado (Extendedora Finisher).

Fuente: Google imágenes 2017.



Figura 19: Equipo pesado (Vibrocompactadora).

Fuente: Google imágenes 2017.



Figura 20: Compactadora neumática de rueda tipo Tampo.

Fuente: Google imágenes 2017.

CONCLUSIONES.

Culminado este proyecto y cumpliendo con los objetivos planteados podemos concluir lo siguiente:

- La carretera vía La Mariposa, tramo de L=3,36 km, punto inicial de coordenadas (604953.86E, 1116262.47N) hasta el kilómetro 3,36 con punto final de coordenadas (603803.35E, 1118271.58N), Municipio Miguel Peña, Edo. Carabobo debe ser rehabilitada con un pavimento flexible según el diseño acá calculado, con una capa asfáltica de 6,00 cms. y una base de 11,5 cms. sobre la subrasante.
- La subrasante deberá ser conformada por un material granular de granzón triturado y colocado sobre la subrasante previamente tratada.
- Para el proceso de construcción del pavimento se requiere que se acometan una serie de trabajos previos como son:
 - a) Identificación de los servicios públicos: Acometidas de Aguas blancas, aguas servidas y pluviales.
 - b) Preparación del terreno los cuales estarán dadas por los espesores y condiciones anteriormente señaladas.
- Cabe destacar que la propuesta planteada cumple con la función de dar una solución viable y efectiva a la problemática del sector en estudio, ofreciendo la posibilidad de un desarrollo sostenible y en crecimiento para los habitantes de la misma.

RECOMENDACIONES

- La carpeta de rodamiento con mezcla asfáltica tipo III o IV deberá cumplir con lo expuesto en la norma Covenin 2000-8 parte I.
- La colocación del asfalto debe hacerse en condiciones atmosféricas adecuadas como lo estipulan las normas, preferiblemente en época de verano, en un día soleado.
- Durante la construcción se deberá mantener drenado el terreno con la finalidad de evitar demoras y contratiempos en caso de lluvia.
- Se debe mantener la inspección permanente y realizar la consulta técnica pertinente en caso de dudas al procedimiento recomendado.
- Es de vital importancia que se realice un diseño de drenaje para esta vialidad paralelamente con el diseño de pavimento aquí planteado, con el fin de garantizar el correcto funcionamiento y una vida útil más duradera.

REFERENCIAS

- Agudelo, John (2002). **“Diseño de Vías Geométricas”**. Tesis, Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Arias, Fidas (2006). **El Proyecto de Investigación, Introducción a la metodología científica**. 5ta Edición. Caracas.
- Bruettten, Francisco (2011). **“Propuesta para la construcción de la carretera del sector agrícola La Arenosa-Pirapira-Las cuevas del Municipio Libertado, Estado Carabobo”**. Tesis, Universidad José Antonio Páez. San Diego.
- Crespo, Carlos (2004). **“Vías de Comunicación: Caminos, Ferrocarriles, Aeropuertos, Puertos y Puentes”**. 3era Edición, México.
- Da Silva (2013). **“Desarrollo de una Metodología para Estudiar las Condiciones Operativas en un Sector Urbano que Presente Condiciones Críticas Orientadas a Evaluar Alternativas para Mejorar la Movilidad Vehicular y Peatonal”**. Tesis, Universidad Católica Andrés Bello. Caracas.
- Guerra (2013). **“Diseñar un plan de Mantenimiento Correctivo-Preventivo vial Programado de la Autopista Francisco Fajardo, Tramo Caricuao-Puente Los Leones. Caracas”**. Tesis, Universidad Nueva Esparta. Caracas.
- “Manual de Vialidad Urbana”**. Ministerio de Desarrollo Urbano (1981).
- “Normas para el Proyecto de Carreteras”**. Ministerio de Transito y Comunicación (1997).
- “Norma COVENIN INVEAS”**. Instituto Venezolano del Asfalto (Revisión, Diciembre 2004).
- Requena (2011). **“Impactos ocasionados en la construcción de túneles viales”**. Tesis, Universidad de Oriente. Puerto La Cruz.
- Rojas, Edgar. (2010). **“Metodología de la Investigación”**. Extraído el 22 Septiembre de 2017 desde: <http://metodologiamecanica.blogspot.com/>
- Sabino, Carlos (1992). **“El Proceso de la Investigación”**. 2da Versión, Caracas.
- Tamayo, Mario (1991). **“Metodología Formal de la Investigación”**. 2da Edición, México.
- Tamayo, Mario (1993). **“Diccionario de la Investigación”**. 2da Edición, México.

Tamayo, Mario (1997). “**El Proceso de la Investigación Científica**”. 3era Edición, México.

Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2016). “**Manual de Trabajo de Grado**”.
5ta Edición, Venezuela.

Yépez, Víctor (2013). “**Riego de Imprimación y Adherencia**”. Extraído el 25 Septiembre de
2017 desde: <http://victoryepes.blogs.upv.es/2013/10/16/riegos-de-imprimacion-y-de-adherencia>

Wikipedia. **Asfalto**. Extraído el 25 Septiembre de 2017 desde:
<https://es.wikipedia.org/wiki/Asfalto>.

Wikipedia. **AutoCAD**. Extraído el 25 Septiembre de 2017 desde:
<https://es.wikipedia.org/wiki/AutoCAD>

Wikipedia. **Google Earth**. Extraído el 25 Septiembre de 2017 desde:
https://es.wikipedia.org/wiki/Google_Earth